શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા, મુંબઈ

નિવેદન

શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભાના વ્યવસ્થાપકમંડળે ગુજરાતી ભાષામાં વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રન્થાલેખનને થોડેક અંશે ઉત્તેજન આપવાના સભાના એક વિશેષ ઉદ્દેશને અનુસરીને તે સંબંધી યોજના ઘડવાનું કામ મંડળના એક સભ્ય શ્રી. પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહને સોંપી તેમની પાસે સને ૧૯૩૦ માં એક યોજના તૈયાર કરાવી હતી. તે પછી સને ૧૯૩૧માં તે અનુસાર વિજ્ઞાનવિષયક ગ્રંથોના પારિતોષિક, છપામણી, વગેરે, માટે રૂ. ૨૦૦૦ સુધી ખર્ચ કરવાનું સભાએ ઠરાવ્યું હતું.

ગુજરાતી સાહિત્યમાં વિજ્ઞાનવિષયક પુસ્તકોની સંખ્યા ઘણી જ ઓછી છે. આથી કોઈ પણ દિશામાં તે વધે એ બહુ ઇષ્ટ છે. આમ છતાં, ગુજરાત વિષે બધા વૈજ્ઞાનિક તત્ત્વો એકઠાં કરવાના વિશિષ્ટ હેતુથી, તેમ જ શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભાનો 'ગુજરાતી સાહિત્યનો અને સાથેસાથે ગુજરાતને લગતા ઇતિહાસ, વિજ્ઞાન આદિ સાહિત્યના પ્રચારનો આશય લક્ષમાં રાખી ગુજરાત સંબંધી જ એવાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવવાનું કાર્ય પ્રથમ ઉપાડવામાં આવ્યું હતું. નીચેના વિષયો ઉપર ૧૫૦ થી ૨૦૦ પાનાંના જુદાજુદા ગ્રંથો તૈયાર કરાવવા માટે વિજ્ઞાનપ્રિય લેખકો સાથે પત્રવ્યવહાર ચલાવવામાં આવ્યો હતો.

૧ ગુજરાતની ભૌગોલિક રચના–Geography of Gujarat (Physical and Commercial), Geology, Soils, Agriculture.

૨ ગુજરાતની રાસાયણિક સંપત્તિ–Chemical Resources

૩ ગુજરાતનાં હવામાન–Meteorology of Gujarat.

૪ ગુજરાતની વનસ્પતિ–Flora of Gujarat.

૫ ગુજરાતનાં પ્રાણીઓ–Fauna of Gujarat.

આમાંના પ્રત્યેક પુસ્તકના લેખકે પોતાના પ્રત્યેક પુસ્તકમાંતિતે વિષયનું અર્વાગીન દૃષ્ટિએ વિવેચન, ઉપરાંત તેતે વિષયમાં ગુજરાતમાં થયેલાં અત્યાર સુધીનાં અન્વેષણોનો રસમય સંગ્રહ વગેરે કરવાં જોઇએ.

આ યોજનાનુસાર આ ગ્રંથાવલિમાં આજસુધીમાં નીચેના ગ્રંથો પ્રસિદ્ધ થયા છે :

૧ જીવન ને ઉત્ક્રાન્તિ (૧૯૩૬)

૨ હવામાન : ગુજરાતની આબોહવા (૧૯૩૬)

૩ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ (૧૯૩૬), (બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯), (ત્રીજી આવૃત્તિ ૧૯૪૭)

૪ ગુજરાતનું પ્રાકૃતિક અને વ્યાપારી ભૂગોલવિજ્ઞાન (૧૯૩૭), (બીજી આવૃત્તિ ૧૯૩૯)

તૈયાર થતા ગ્રંથો :

૧ ચેતનસૃષ્ટિ : લે. ભીમભાઇ લા. દેસાઈ (૧૯૩૮)

૨ ગુજરાતનું વનસ્પતિજીવન : વૈદ્યશ્રી બાપાલાલ ગ. વૈદ્ય (૧૯૨૯)

૩ વિજ્ઞાનની તપશ્ચર્યા : લે. ડૉ. યશવંત શુ. નાયક (૧૯૪૦)

૪ ગુજરાતનું પ્રાણીજીવન : શ્રી. હરિનારાયણ આચાર્ય (૧૯૪૧)

પુસ્તકો, લેખો અને વ્યાખ્યાનોદ્વારા ગુજરાતી ભાષામાં વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યની અભિવૃદ્ધિ સાધવા શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા વિજ્ઞાન-નિષ્ણાત વિદ્વાનોનાં સૂચનો ને સહકાર્યની હજી વધુ આશા રાખે છે.

અને હવે તો ગુજરાત પોતાની સ્વતંત્ર વિદ્યાપીઠની સ્થાપના કરવા પણ જાગ્રત થયું છે. પાસેના જ ભવિષ્યમાં એ સ્વપ્ન સફલ પણ થાય; તો એ માટે વિજ્ઞાનવિષયક વિવિધ પ્રકારનાં ગુજરાતી પુસ્તકોની સામગ્રીઓ તૈયાર કરવામાં પણ અમારાં આ પ્રકાશનો લેખકોને જરૂર કંઈક અંશે મદદરૂપ ને માર્ગદર્શક થશે.

આ પુસ્તક અ. ડૉ. રતન ના. સુપેશવાળાના સ્નેહશ્રમનું અને તેમના સ્વવિષય તરફના શોખનું પરિણામ છે.

મુંબઇ (૪)
તા. ૧-૧-૧૯૪૯

શંકરપ્રસાદ છગનલાલ રાવલ
સહમંત્રી, શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા



પ્રસ્તાવના



શ્રી ફાર્બસ ગુજરાતી સભા માટે શ્રી. પોપટલાલ ગોવિંદલાલ શાહે ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના વિષે એક નાનું પુસ્તક તૈયાર કરવાની મને સૂચના કરી હતી. શ્રી. પોપટલાલ શાહની એ સૂચનાને પરિણામે આ પુસ્તક તૈયાર થયું છે. કોઈ પણ કહેવા જેવા ભૂવિદ્યાનાં મૂળતત્ત્વનો સારો પણ પરિચય તો આવશ્યક છે. તેથી પહેલાં ચાર પ્રકરણો આવો પરિચય આપવા માટે લખાયાં છે. ભૂવિદ્યા વિષેનું ગુજરાતી ભાષામાં લખાયેલું સાહિત્ય ઘણું જ અલ્પ છે; તેથી આ પ્રકરણોમાં કરાયેલું સિદ્ધાન્તોનું નિરૂપણ એક રીતે ઘોતક નીવડશે એમ હું માનું છું.

આવા શાસ્ત્રીય વિષયમાં પરિભાષા જોઈએ જ. ગુજરાતી ભાષામાં વૈજ્ઞાનિક કે કેવળ ભૂવિદ્યાવિષયક પારિભાષિક શબ્દકોષ તૈયાર કરવાના એકાદ બે જ પ્રયત્નો થયા છે પણ પરિભાષાની યોજના પણ શાસ્ત્રીય રીતે થવી જોઈએ. આથી આ વિષયમાં મેં અમારી કૉલેજના સંસ્કૃતના વિદ્વાન અધ્યાપક શ્રી ગૌરીપ્રસાદ ઝાલાનો ઘણા જ શબ્દો માટે સહકાર સાધ્યો અને એઓશ્રીએ મને રસપૂર્વક કરેલી મદદને પરિણામે આ પુસ્તકનો ભૂવિદ્યાપૂરતો વિજ્ઞાનપરિભાષા કોશ તૈયાર થયો. ઉપસર્ગો અને ધાતુઓનાં તત્ત્વો ઉપર પરિભાષાયોજના થયેલી હોવાથી પરિભાષામાં આવશ્યક સ્થિતિસ્થાપકતા અને અન્વર્થતાના ગુણો અહીં પણ નજરે પડી આવશે એમ હું માનું છું. આ ઉપરાંત આ પુસ્તકની ગુજરાતી ભાષાશુદ્ધિ જળવાઈ રહે તે માટે મારી આખી પ્રત દત્તચિત્ત કાળજીપૂર્વક વાંચી જવા માટે પણ હું એઓશ્રીનો ઋણી છું.

પુસ્તકના મુદ્રણકાર્ય પર સભાના સહાયક મંત્રી શ્રી. શંકરપ્રસાદ રાવલે રસ લઇને મારા વતી દેખરેખ રાખી છે, તેમ જ ભાષાશુધ્ધિકાર્ય પણ કેટલાંક સ્થળોમાં કરી મને ઉપકૃત કર્યો છે.

ફ્રાકુ કુંજ
તારદેવ રોડ, આર્ટ રોડ,
મુંબઇ,
૧-૧-૧૯૪૯.

રતન નાદીરશાહ સુખેશવાળા

અનુક્રમ



આકૃતિઓનો અનુક્રમ

*

શુદ્ધિ

પૃષ્ઠ	લીટી	અશુદ્ધિ	શુદ્ધિ
૫	૭	કૅમ્બ્રિયનયુગ	કૅમ્બ્રિયનયુગના
,,	૭	યુગના	યુગમાં
૯	૧૬	અંતિરદ્રવ્ય ઉપરના	અંતિરદ્રવ્ય ઉપર ઉપરના
૧૧	૧૦	ને	તે
૧૩	આકૃતિ	આકૃતિ ૩	જુઓ આકૃતિ ૨૭
૧૪	૬	એને	અને
૧૫	૧૨	જાતની	જાતના
,,	૨૫	પરન્તુ ત્યારથી	એ વાક્ય ન જોઇએ
૧૬	૨૩	'તપાસતાં'	શબ્દ કાઢી નાખો
૨૦	૧૩	દઇ	જઇ
૨૪	આકૃતિ ૬	ખડક તથા નીચેની જમીન	ખડક, નીચલી જમીન અને જમીન
૩૮	આકૃતિ ૧૨ ક	આકૃતિ ૧૨ક	
૩૯	૩	સિલુારયન	સિલુરિયન
૪૨	આકૃતિ ૨૦	અર્ધું કાપ્યા પછી	ક. અર્ધું કાપ્યા પછી
૪૩	આકૃતિ ૨૧	ઑમોનાઇટ	ઍમોનાઇટ
૫૩	૧૬	અસમાન	સમમાન

૬૩	૩	?	કાઢી નાંખો
૬૫	૯	આપી દે છે અને	ઉમેરો : 'આપી દે છે અને એની અંદર ઠરી ગયેલો ભૂરસ'
૬૭	૧	તત્ત્વમાં	તત્ત્વના
૭૪	૨૧	ક્વૉર્ટ્ઝ,	ક્વૉર્ટ્ઝ .
૮૦	આકૃતિ ૨૩	૦	આકૃતિ ઊંધી છાપાઈ છે તે ચત્તી કરી જોવી
,,	આકૃતિ ૩૩	આપે છે	રહે છે
૮૨	આકૃતિ ૩૭	એક બાજૂ નમન	એકપક્ષી નમન
૮૩	૨	અસમપ્રમાણ	સમપ્રમાણ
,,	આકૃતિ ૩૯		પહેલી અ, બીજી બ, ત્રીજી ક
૮૪	આકૃતિ ૪૦	અપચ્છેદ	અપચ્છેદ
૮૮	૯	રહેલાં	રહેતાં
૯૨	૧૦	રશિપારાયુગ	ટર્શીઅરીયુગ
૯૪			કોઠાની નીચે ઉમેરો : 'આર્કિયનવ્યૂહ'
૯૫	૧૪	આર્નોકાઇટ્સ	ચાર્નોકાઇટ્સ
૧૦૦	૧૩	લાગનાં	બાગનાં
૧૦૧	૧	દક્ષિણ ટ્રૅપનો	ડક્કન ટ્રૅપનો
૧૧૬	૧૫	દક્ષિણ	ડક્કન
૧૨૪	૨	વળી યુગનાં	વળી આ યુગનાં
૧૨૫	આકૃતિ ૪૨		ઊંધા કરીને જુઓ
૧૨૬	૧	ગૉડવા	ગૉડ

૧૨૬	૯	વનસ્પતિ કે અવશેષ	વનસ્પતિ અવશેષ
૧૨૯, ૧૩૦	ફકરા	૨, ૩, ૪	ફરીથી છપાયા છે
૧૩૧	૪	અશક્ય	શક્ય
૧૩૪	૧૫	ક્રિટેશીઅસ સીસ્ટીમ	ક્રિટેશીઅસયુગ
૧૪૦	૨૬	લેમેોનાઈટ	લેમેોનટાઇટ
૧૪૧	૮	લાવાએ	લાવા
૧૪૬	૨૫	પથરાનાં	પથરાયેલાં
૧૪૯	૩	સુરત અને ભરૂચ	સુરત અને ભરૂચનાં ટર્શીઅરી ખડકો
૧૫૧	૨	મારડેોડોન	મારટેોડોન
૧૫૩	૯	જૂની	જૂના
,,	૨૦	Current bedding	વિક્ષિપ્ત પડ
૧૫૭	૮	ગુજરાતની ખનિજસંપત્તિ	આ ૧૬ પ્રકરણ છે
૧૫૯	૨૧	કાર્ટેલિયન	કાર્નેલિયન
૧૬૨	૨૪	રેડિયેોનાં	રેડિયમનાં
૧૬૩	૧૧	રેડીઓનાં	રેડિયમનાં
,,		પ્રકરણ ૧૮	પ્રકરણ ૧૭
૧૬૯	૪	કૌલિવાઇટ	ક્રિસ્ટલાઇમ



પ્રકરણ ૧

ખગોળવિદ્યાની દૃષ્ટિએ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ

ગુજરાતની ભૂમિનાં ઉત્પત્તિ અને બંધારણ વિષે જ્ઞાન પ્રાપ્ત કરવા પહેલાં આપણે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ કે પૃથ્વીના જન્મકાળ વિષે કાંઈ પણ જાણવું જ જોઈએ અને તે માટે આપણે ખગોળવિદ્યાની મદદ લેવી પડે છે. એ માટે ખગોળવેત્તાઓએ કરેલી શોધખોળોને આધારે આપણને જેજે માહિતી મળે છે તેતે અહીં આપણે ટૂંકાણમાં જોઈ જઈશું; કારણકે પૃથ્વીનો ઇતિહાસ અને એની રચના વગેરે વિષે જાણવા પહેલાં તો એ શી રીતે અસ્તિત્વમાં આવી એ જાણવું અતિ આવશ્યક છે.

સૂર્ય અને તેની સાથેના કેટલાક ગ્રહોના સમુદાયને ખગોળ-શાસ્ત્રીઓએ સૂર્યમંડળ નામ આપ્યું છે. આપણી પૃથ્વી પણ સૂર્યમંડળ-નું જ એક અંગ છે અને એ મંડળમાં જ એક ગ્રહ તરીકે એ ફરે છે. સૂર્ય આ મંડળનું કેન્દ્ર છે અને એનું કદ પણ આખા મંડળમાં સૌથી મોટું છે. એવાં કેટલાં યે મંડળો અસ્તિત્વ ભોગવી રહ્યાં છે અને તેમાં સૂર્યમંડળનો પણ સમાવેશ થઈ જાય છે.

એમ માનવામાં આવે છે કે સૂર્યનો કેટલોક ભાગ વાયુરૂપે હોય છે; જ્યારે ચંદ્રજેવા બીજા ગ્રહો ઘન, અને નક્કર દશામાં છે. સૂર્યની ગરમી એટલી બધી છે અને ચંદ્રની ગરમી એટલી ઓછી છે કે તેમની

ઉપર માનવજાતિ, પ્રાણી તેમ જ વનસ્પતિ રહી શકે એ બિલકુલ જ અસંભવિત છે. સૂર્યમાંથી ગરમી અખંડ ધારાએ બહાર નીકળતી રહી છે એ આપણે જાણીએ છીએ અને બહારની ગરમી એને ન મળવાથી એ દિવસેદિવસે ઠંડો પડતો જાય એ સ્વાભાવિક છે. જોકે એક કાળે સૂર્ય, પૃથ્વી અને ચંદ્ર એકસરખી ગરમીવાળાં હશે, છતાં ચંદ્રનું કદ સૌથી નાનું હોવાને લીધે એમાંથી મોટા ભાગની ગરમી જતી રહેતાં—મોટી વસ્તુને ઠંડી થતા નાની વસ્તુ કરતાં વધુ વખત લાગે છે—એ સૌથી પહેલાં ઠંડો પડી ગયો છે. જે દશામાં આજે પૃથ્વી છે તે દશા તો ચંદ્રે ઘણા લાંબા કાળ ઉપર અનુભવી હશે અને એ રીતે જોતાં સૂર્ય પણ કાલક્રમે ચંદ્રના જેવી શીત દશા અનુભવતો થશે એમ આપણે માની શકીએ. જો ચંદ્રને આપણે મૃત પૃથ્વીજેવો માનીએ તો સૂર્ય તો હજી શિશુવયમાં જ છે એમ કહી શકાય. આ સમજવા માટે સૂર્ય એના જન્મકાળે કી દશામાં હતો તે હવે આપણે જોઈ જઈએ.

ફ્રેંચ ખગોળશાસ્ત્રી લાપ્લેસના મત પ્રમાણે સૂર્ય અને સૂર્ય-મંડળમાંના બીજા ગ્રહો એક કાળે નિહારિકા કે ધૂમસમૂહની દશામાં હતા. લાપ્લેસનું એવું કહેવું છે કે સૂર્યની અને બીજા ગ્રહોની ઉત્પત્તિ પહેલાં અતિશય ગરમ વાયુરૂપે વાદળસરખો પદાર્થ સૂર્યની આસ-પાસના છેક દૂરના ગ્રહ સુધીના ઘણા બહોળા વિસ્તારમાં પથરાયો હતો. આ ધગધગતો વાયુપદાર્થ ધીમેધીમે ઠંડો પડી જતાં એના ભાગ છૂટાછૂટા પડી ગયા અને નાના કદનાં વાયુરૂપ વાદળી અસ્તિ-ત્વમાં આવ્યાં. મધ્ય સ્થાને ઊભેલો અને સૌથી મોટું કદ ધરાવતો પદાર્થ આજે સૂર્યને નામે ઓળખાય છે. અને વળી એનું કદ ઘણું મોટું હોવાથી હજી પણ ધગધગતા અંગારાસરખો એ વાયુરૂપે રહ્યો છે.

મધ્યબિંદુની આસપાસ ફરતી નિહારિકા ઠંડી પડવાને લીધે ધીમેધીમે સંકોચાતી હતી અને એના સંકોચાવા સાથે એની બહારનું વીંટીના આકારનું પડ છૂટું પડી ગયું અને પાછળથી ગ્રહ

તરીકે અસ્તિત્વમાં આવ્યું. આ જ રીતે જુદાજુદા ગ્રહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા અને સૂર્યમંડળના મધ્યબિંદુની આસપાસ એ જ દિશામાં ફરવા લાગ્યા. જેમ સૂર્યમાંથી પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહો છૂટા પડયા તેમ પૃથ્વી અને બીજા ગ્રહોમાંથી ચંદ્રો છૂટા પડયા. આ બધા નાનાનાના ગ્રહો અને ચંદ્રોએ ઠંડા પડતાં પ્રવાહી રૂપ ધારણ કર્યું અને તેમની ઉપર પાછળથી ઘન કવચ બંધાઇ ગયું. અંદરના ભાગમાં તો હજી પણ પ્રવાહી પદાર્થ રહેલો જ છે. આ સિદ્ધાંતને અનુસરતાં—કેટલાક અપવાદ સિવાય—ઘણા પ્રશ્નોનું નિરાકરણ સારી રીતે થઈ શકે છે અને તેથી વૈજ્ઞાનિકોની ઘણી મોટી સંખ્યાએ એ સિદ્ધાંતને માન્ય રાખ્યો છે.

લાપ્લેસના સિદ્ધાંત પ્રમાણે નિહારિકાના પદાર્થને વાયુરૂપે ગણવામાં કેટલીક વસ્તુસ્થિતિ અગમ્ય અને અસ્પષ્ટ રહેતી જણાઈ હતી અને તેની સંતોષકારક સમજણ આપતાં સર નૉર્મન લૉકયર નામના વૈજ્ઞાનિકે એવો મત દર્શાવ્યો કે નિહારિકા વાયુરૂપમાં નહીં પણ નક્કર દશામાં છે અને ઉલ્કાપાષાણના—જે ખરતા તારા તરીકે પણ ઓળખાય છે તેના—સમૂહની બની છે. આ સમૂહમાં ફરતા ઉલ્કાપાષાણોનું પરસ્પર ઘર્ષણ થતાં તે એકદમ તપી જાય છે અને તેમાંથી પ્રકાશ નીકળે છે. ઘર્ષણબળથી પેદા થતી ગરમી આ પ્રકાશને પોષણ આપે છે. સર નૉર્મન લૉકયરના મત પ્રમાણે અમિત અવકાશના કેટલાક ભાગોમાં જે અસંખ્ય ઉલ્કાપાષાણ હતા તેમનું જૂથ બનતાં નિહારિકાનો જન્મ થયો. જૂથના મધ્ય ભાગમાંના ઉલ્કાપાષાણો સંકોચાવાને લીધે પુષ્કળ ગરમ બને છે; જ્યારે બહારના ઉલ્કાપાષાણો સંકોચાઈને થોડી જગામાં આવતાં પરિણામે જોડાઈને એક થઈ જાય છે અને પછી ઘર્ષણબળથી ઉત્પન્ન થતા ગરમ ને પ્રકાશિત વાયુ એની આસપાસ પથરાઈ રહે છે. આ પ્રમાણે જુદાજુદા ગ્રહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા એમ લૉકયર કહે છે. આ સિદ્ધાંત તે "ઉલ્કાપાષાણનો સિદ્ધાંત" તરીકે જાણીતો થયો છે.

પ્રોફેસર ચેમ્બરલેઈને લૉકયરના "ઉલ્કાપાષાણુસિદ્ધાંત "માં કેટલોક ફેરફાર કરવાનું ઉચિત ધાર્યું. એમનું એવું કહેવું છે કે અવકાશમાં અકેકથી છેટે પડેલા ઉલ્કાપાષાણુ ફક્ત ગુરુત્વાકર્ષણના બળથી ભેગા મળી શકે નહીં; કારણ કે એમની ફરવાની ગતિ ઘણીજ ત્વરિત હોય છે એમ માનવામાં આવે છે. જે કેટલાક ઉલ્કાપાષાણુ ફક્ત સૂર્યની આસપાસ નિયમિત રીતે ફર્યાં કરે છે તે એકબીજાની ઘણા નજીક આવતાં ગુરુત્વાકર્ષણને બળે ભેગા થઈ જાય છે. આ ઉલ્કાપાષાણો જે સૂર્યની આસપાસના ગ્રહમાર્ગમાં નિયમિત રીતે ફરે છે તેઓ નાના ગ્રહ તરીકે પણ ગણી શકાય છે. પ્રોફેસર ચેમ્બરલેઇને એમને પ્લૅનટેસિમલ તરીકે ઓળખાવ્યા છે અને એની માન્યતા પ્રમાણે ફક્ત પ્લૅનટેસિમલના જોડાણથી જ નિહારિકાનું નિર્માણ સંભવિત છે. આ સિદ્ધાંત "પ્લૅનટેસિમલના સિદ્ધાંત" તરીકે જાણીતો થયો છે.

નિહારિકાના સ્વરૂપને સમઝાવતા આ ત્રણ સિદ્ધાંતોમાંથી ખગોળવિદ્યાના પંડિતો કયા સિદ્ધાંતોને વધારે સંભવિત કે સ્વીકારપાત્ર ગણે છે તેની સાથે આપણે અહીં બહુ નિસ્બત નથી. ભલે એ નિહારિકા વાયુરૂપે રહી હોય કે ઘન સ્વરૂપમાં ઉલ્કાપાષાણુમાંથી જન્મી હોય એ ગમે તે હો! ભૂવિદ્યાના અભ્યાસકને તો એટલું જ જાણવાની જરૂર છે કે આપણી પૃથ્વી શરૂઆતમાં ગરમ વાયુરૂપે કે ઠંડા ઘન સ્વરૂપમાં અસ્તિત્વમાં આવી હતી. આ વસ્તુસ્થિતિનો નિર્ણય કરવા માટે ભૂવેત્તાનિકોએ પૃથ્વીના ઇતિહાસની ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ તપાસ કરવી જોઈએ એ જરૂરનું છે. પૃથ્વીનો ભૂતકાળનો ઇતિહાસ તપાસતા અને એનાં ભૂવિષયક પ્રમાણોનો અભ્યાસ કરતાં જણાશે કે "ઘન ઉલ્કાપાષાણુ" સિદ્ધાંત "વાયુરૂપ નિહારિકા"ના સિદ્ધાંત કરતાં વધારે અંશે માન્ય છે. નીચે આપેલી દલીલો પરથી આ હકીકત સમઝાશે.

આપણી પૃથ્વી ગરમ અને પ્રકાશિત વાયુરૂપે જન્મી હોત તો એના

વાતાવરણના ઉષ્મામાનમાં ક્રમશઃ ફેરફાર થવો જોઇતો હતો. પણ આવી રીતે ક્રમશઃ ફેરફાર થવાનાં પ્રમાણો આપણને મળતાં નથી. આપણી પૃથ્વી ક્રમશઃ ઠંડી નથી થઈ; કારણ કે આપણને આર્કિયન-યુગનાં ખડકોમાં હિમપ્રવાહનાં ચિહ્નો પૃથ્વીના ઘણા ભાગોમાં મળે છે. વળી આ બધી જગાઓ ઊંચા અક્ષાંશમાં છે તે ઉપરથી આપણે કહી શકીએ કે તે વખતની ઠંડીની તીવ્રતા અને હાલની ઠંડીની તીવ્રતા વચ્ચે કંઈ ઝાઝો ફેર હોવો જોઇએ નહિ. કેમ્બ્રિયનયુગ—જે યુગના જીવનના પ્રાચીન-તમ અવશેષો મળ્યા છે તે—મધ્યકાળે હિમપ્રવાહ ચીન અને દક્ષિણ ઑસ્ટ્રેલિયામાં લગભગ મકરવૃત્તના પ્રદેશમાં સમુદ્રપૃષ્ઠ સુધી પહોંચ્યો હતો. આથી સ્પષ્ટ થાય છે કે પૃથ્વીના ઇતિહાસકાળની શરૂઆતમાં જ કેટલાક ભાગો આજના કરતાં વધારે ઠંડી અનુભવતા હતા. આ કારણે પૃથ્વીના કેટલાક ભાગોમાં એના વાતાવરણના ઉષ્મામાનમાં વધઘટ થઇ હતી. પરંતુ એકંદરે જોતાં ઉષ્મામાનમાં આજના કરતાં કાંઈ પણ વધારે ફેરફાર થયેલો જણાતો નથી. હા, ઉલ્કાપાષાણના સિદ્ધાંતાનુસાર ભૂપૃષ્ઠનું ઉષ્મામાન એક કાળે અતિઘણું હશે ખરું, પરંતુ એ અતિઘણા ઉષ્મામાનનો કાળ વહી જતાં પૃથ્વી પર આજે છે એવું ઉષ્મામાનવાળું વાતાવરણ સર્વત્ર પથરાઇ ગયું હશે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીના વાતાવરણનો ઇતિહાસ "વાયુરૂપ નિહારિકા" સિદ્ધાન્ત કરતાં "ઉલ્કાપાષાણ" સિદ્ધાંતને વધારે પુષ્ટિ આપે છે.

વળી, "વાયુરૂપ નિહારિકા"ની કલ્પના કરતાં તરત જ આપણે માની લઇએ કે પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ ક્રમશઃ જાડું થવું જોઇએ અને જ્વાળામુખીવ્યાપારની તીવ્રતા પણ ધીમેધીમે ઘટવી જોઇએ. પરંતુ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ તપાસતાં જણાય છે કે જ્વાળામુખીવ્યાપાર-ની તીવ્રતા કેટલોક વખત ચાલુ રહ્યા પછી શાંત પડી ગઈ અને વળી પાછી કેટલેક કાળે શરૂ થઈ હતી. એ વસ્તુસ્થિતિ હજી પણ ચાલુ રહી છે; જ્યારે એ વ્યાપાર ધીમેધીમે ઘટવાનાં તો કાંઇ પણ ચિહ્નો જણાયાં નથી કે જણાતાં નથી. એટલે 'વાયુરૂપ નિહારિકા'

ની કલ્પના અહીં પણ ભૂની બને છે.

પૃથ્વી વાયુરૂપે જ અસ્તિત્વમાં આવી હોત તો હવામાનમાં ક્રમિક અને પુષ્કળ ફેરફારો થવા જોઈતા હતા. પણ એવું કાંઈ બન્યું હોય એમ નથી જણાતું પૃથ્વીના આરંભકાળમાં હવામાનમાં હાલના કરતાં કાર્બનડાયૉક્સાઇડનું પ્રમાણ ઘણું વધારે હતું; જ્યારે ઑક્સિજન ઘણા ઓછા પ્રમાણમાં હતો આજે જે વાયુઓ હવામાનમાં નથી તે થોડા પ્રમાણમાં હતા પરંતુ આ વસ્તુસ્થિતિ થોડો કાળ ટકયા પછી એવું વાયુમિશ્રણ આજના હવામાન જેવું બની ગયુ અને તે આજપર્યંત ટકી રહ્યું છે.

ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ જોતાં એ પણ કહી શકાય કે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર કાર્ય કરી રહેલાં ભૌતિક તેમ જ ભૌગોલિક બળો આરંભકાળમાં જેટલાં ઉગ્ર હતાં તેટલાં જ ઉગ્ર આજે પણ છે. એ બધું જોતાં તો નિહારિકાની કલ્પનામાં પ્રકાશિત વાયુરૂપ કરતાં ઘન ઉલ્કાપાષાણના મતને વધુ ઊંચું સ્થાન મળવું જોઈએ.

અહીંસુધી આપણે પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ શી રીતે થઈ એ જોયું. હવે ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ ઉકેલીએ.

પ્રકરણ ૨

પૃથ્વીનો પરિચય

'પૃથ્વી વાયુરૂપી નિહારિકામાંથી છૂટી પડી છે' એ હકીકત તો હવે સામાન્ય જ્ઞાનની વાત બની છે. અવકાશમાં ચાલુ રહેલી ગતિને કારણે વાયુરૂપી પૃથ્વીપદાર્થ ઠંડો ને ઠંડો થતો ગયો ને પ્રવાહી રૂપ ધારણ કર્યા પછી એની આસપાસના બહારના ભાગનું ઘન પદાર્થમાં રૂપાંતર

થઇ થયું. એટલે એની આસપાસ પાતળું પડ અથવા પોપડો બંધાઈ ગયો. આ પોપડા ઉપર વનસ્પતિ તેમજ પ્રાણી અને જીવમાત્ર સૌ વસવાટ કરી રહ્યાં છે.

આ તો બાહ્ય કવચ અથવા ઘન પડવાળા પોપડાની વાત થઈ. પરન્તુ એ બાહ્ય કવચની હેઠળનો એટલે પૃથ્વીના ગર્ભ સુધીનો રચનાક્રમ કેવો છે તે જાણવા અહીં પ્રયત્ન કરીશું. નરી આંખે જે જોઈ શકાય છે તે પૃથ્વીનો ભાગ ઘન દશામાં છે એ ખરું. પરંતુ ગોળ પૃથ્વીના મધ્ય ભાગ સુધી આ ઘન દશા જ પ્રવર્તેલી છે કે એનાથી કોઈ જુદી જ અવસ્થા છે એ વિષેની કલ્પનામાત્ર પણ એક રસિક કથા બને છે લગભગ ૪૦૦૦ માઈલની પૃથ્વીની ત્રિજ્યા જોડે ૪૦ માઈલના બાહ્ય કવચને સરખાવતાં ભૂવિદ્યાનું ક્ષેત્ર ઘણું જ સંકુચિત અને ગૌણ બની જતું હોય એમ લાગે છે. અલબત્ત, માનવજાતે પૃથ્વીની અંદર પ્રવેશ કરવા પ્રયત્ન કર્યા છે, પણ એ છીછરા પ્રવેશથી એને પૃથ્વીના પેટાળનું જ્ઞાન કેમ પ્રાપ્ત થઈ શકે ? દુનિયામાં ઊંડામાં ઊંડી ખાણ લગભગ બે માઈલ જેટલી જ ઊંડી ખોદાઈ છે, પરન્તુ એથી પૃથ્વીના ચર્મપ્રદેશમાં પણ પૂરો પ્રવેશ થયો છે એમ કહેવાય નહિ. આથી પૃથ્વીની અંદરની રચનાનું જ્ઞાન મેળવવા તો આપણે નૈસર્ગિક ક્રિયાઓનો જ આશ્રય લેવો પડશે.

વાયુરૂપી નિહારિકામાંથી પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ કલ્પાઈ છે પણ એ વિષે હવે શંકાઓ થવા માંડી છે. ભૌતિક અને ભૌગોલિક ક્રિયાઓનું બળ પૃથ્વીનાં ૧૫૦૦૦૦૦૦૦૦ એક અબજ પચાસ કરોડ વર્ષ જેટલા લાંબા ઇતિહાસકાળમાં કોઇ પણ રીતે ઓછું થયું હોય એમ લાગતું નથી. દાખલા તરીકે, ઠંડકનું વાતાવરણ કે જ્વાલામુખીના લાવાપ્રવાહનું બળ હતું એવું ને એવું રહ્યું છે કે ક્યાંક વધ્યું પણ છે કે શું ? આ અને આવી બીજી વિગતો વાયુરૂપી નિહારિકાની કલ્પનાની વિરુદ્ધ જ જાય છે. ઘણા ઘન ઉલ્કાપાષાણના સંગમમાંથી પૃથ્વી પેદા થઈ છે

એ કલ્પનાને તો હવે વધારે પુષ્ટિ મળતી રહી છે.

ઉપર કહ્યું એમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચને તો આપણે કેટલેક અંશે નરી આંખે જોઈ તથા તપાસી શકીએ છીએ. પણ પૃથ્વીના પેટાળનો પૂરો પરિચય સાધવા તો આપણે બીજી કોઈ માહિતીઓનો સાથ શોધવો પડશે. વાયુરૂપી નિહારિકામાંથી પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ થઈ હોય એમ માની લઈએ તો કાલક્રમે એનું પ્રવાહી દ્રવ્યમાં રૂપાંતર થયેલું હોવું જોઈએ. અને એ તો વળી સાધારણ વાત છે કે બહારનો ભાગ વધારે જલદીથી ઠંડો થતાં એ ઘન સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ ગયો છે. આ ઘન પદાર્થ કે પોપડાને આપણે બાહ્ય કવચ તરીકે ઓળખીએ છીએ. પરંતુ આ કલ્પના ભૌતિકશાસ્ત્રીઓએ માન્ય રાખી નહીં, જો પૃથ્વીની અંદરનો ભાગ પ્રવાહી રૂપમાં હોય તો તેની ઉપર સૂર્યચંદ્રજેવા ગ્રહોની અસર જેમ સમુદ્રના પાણીમાં ભરતીઓટ થાય છે એમ થયા વિના રહે નહિ. ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ એના જવાબમાં એવો નિર્ણય આપ્યો છે કે પૃથ્વીના પેટાળમાંથી બહાર આવતું લાવાદ્રવ્ય પ્રવાહી રૂપમાં હોઈને પ્રવાહી પેટાળની કલ્પના ઊડાવી દઈ શકાય નહીં. એમની નવી કલ્પિત માન્યતા પ્રમાણે એમણે પૃથ્વીને ત્રણ ભાગમાં વહેંચી દીધી : (૧) ઉપરનું બાહ્ય કવચ, જે ઘણું જલદી ઠંડું થઈને ઘન બન્યું છે, (૨) એકદમ ગર્ભનો ભાગ જે વળી ઉપરના અતિશય દબાણને અધીન થઈ ને ઘન દશામાં ફેરવાઈ ગયો છે તે અને (૩) બાહ્ય કવચ અને ગર્ભની વચ્ચે પ્રવાહી તત્ત્વ પથરાયું છે, જે વારંવાર જ્વાલામુખીદ્વારા બહાર આવે છે તે.

વિજ્ઞાનના વધારે અપરિચિત થયેલા વિચારો સાથે કાલક્રમે આ બધી કલ્પનાઓમાં પણ ફેરફારો થયા છે અને પૃથ્વીના રચનાક્રમને પણ જુદી જ રીતે હવે સમજવામાં આવે છે. પૃથ્વીએ ઉલ્કાપાષાણ-માંથી જન્મ લીધો છે અને તેથી પૃથ્વીનું આંતરબંધારણ સમજવા સારુ ઉલ્કાપાષાણનો અભ્યાસ જરૂરી છે. ઘણી વખત ઉલ્કાપાષાણ પૃથ્વી

પર પડે છે અને તેથી એના સારો એવો અભ્યાસ પણ થયો છે. એના બંધારણ વિષેની માહિતીઓ પણ મળી છે. ઉલ્કાપાષાણ બે જાતના છે : (૧) ધાતુઉલ્કાપાષાણ, જે લોખંડનિકલના મિશ્રણના બન્યા છે તે અને (૨) પથ્થરઉલ્કાપાષાણ, જે પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતા દ્રવ્ય સાથે સામ્ય બતાવે છે તે. લોખંડનિકલમિશ્રિત ઉલ્કાપાષાણજેવું દ્રવ્ય આપણને પૃથ્વીની સપાટી પર તો નથી મળતું; પરંતુ એ ઉપરથી એવું અનુમાન કાઢવામાં આવ્યું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં આ દ્રવ્યનો જથ્થો પડેલો હશે. વળી, ભૌતિક સિદ્ધાંતોના આધારે જણાયું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં રહેલાં દ્રવ્યોની વિશિષ્ટ ઘનતા બાહ્ય કવચના દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઘનતા કરતાં ઘણી જ વધારે છે. ઉપરનું દબાણ પણ આંતરદ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઘનતા વધારવામાં મદદ કરે છે. આ બધું જોતાં પૃથ્વીના ગર્ભમાં લોખંડનિકલમિશ્રિત પદાર્થ હોવાની માન્યતા વધારે દૃઢ બને છે. બાહ્ય કવચના પદાર્થની વિશિષ્ટ ઘનતા ૩.૦ છે; જ્યારે ગર્ભદ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઘનતા ૧૧.૬ જેટલી કલ્પવામાં આવે છે.

આપણે અત્યારસુધી આંતરદ્રવ્ય ઉપરના દબાણની થતી અસરની જ વાત કરી. ઉપરના દબાણને લઈને આંતરદ્રવ્ય ઘન રૂપમાં રહેવા મથે છે એ ખરું. પરંતુ ઊંડાઊંડા પૃથ્વીના પેટાળમાં ઊતરતાં દરેક ૬૦ ફૂટના અંતરે લગભગ ૧° જેટલું ઉષ્ણમાન વધવાના અવલોકનને વિસારે મૂકી દેવાય એમ નથી. વધતા જતા દબાણને લીધે આંતરદ્રવ્ય ઘન દશામાં ફેરવાઈ જાય છે એ ખરું, છતાં વધતા જતા ઉષ્ણમાનની અસર હેઠળ એ દ્રવ્ય સંભાવ્ય પ્રવાહી દશામાં જ રહે છે એ પણ જાણવું એટલું જ ઉપયોગી છે. એટલે અનુકૂળ સંજોગો પ્રાપ્ત થતાં એ તરત જ પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરે છે યા તો પ્રવાહી રૂપમાં જવાની શક્તિ ધરાવે છે.

પૃથ્વીની સપાટી ઉપર સ્થળપ્રદેશ અને જળપ્રદેશની થયેલી

અનિયમિત વહેંચણીથી એક એવું અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે બાહ્ય કવચની હેઠળ વિરતરેલો પદાર્થ પણ અનિયમિત રીતે જ વહેંચાયલો હોવો જોઈએ. પર્વતપ્રદેશમાં અને સમુદ્રવિસ્તારમાં ઓળંબાની દોરીથી થયેલાં માપનો અને તેમાં જણાતા ફેરફારો આ વિષેની ખાતરી કરે છે. એવી માન્યતા બંધાઇ છે કે ૪૦ માઇલને ઊંડાણે સમુદ્ર અને તેની નીચે આવી રહેલા ખડકનું વજન એટલી જ ઊંડાઇના સ્થળપ્રદેશના ખડકના વજનની લગભગ બરાબર છે.

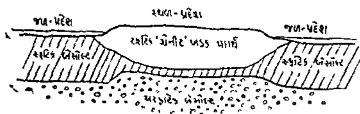
પૃથ્વીની અંદરનો રચનાક્રમ સમજવા ભૂકંપશાસ્ત્ર અને એનાં અનુમાનો ઘણાં જ મદદગાર જણાયાં છે. ભૂકંપમોજાંના વેગનાં માપ કાઢવાથી એ મોજાં કેટલા ઊંડાણથી જમીન ઉપર આવ્યાં હશે અને ઉપર આવતાં કેવીકેવી જાતના પદાર્થદ્વારા એમને માર્ગ મળ્યો હશે એ બધું ખાતરીપૂર્વક જાણી શકાય છે. આમ પૃથ્વીના *ગર્ભમાંના સર્વ આંતરપદાર્થનું નિરાકરણ પણ સહેજે થઇ શકે છે.*

ભૂવિદ્યાના અભ્યાસથી માલૂમ પડે છે કે બાહ્ય કવચ અવશ્ય 'ગ્રૅનીટ' નામના ખડકપદાર્થનું બન્યું છે. એ 'ગ્રૅનીટ' કવચની જાડાઈ જુદીજુદી જગાએ જુદીજુદી જણાય છે. સ્થળપ્રદેશમાં એની જાડાઈ ૬ માઇલથી માંડીને વધારેમાં વધારે ૨૦ માઇલ સુધીમાં અડસટવામાં આવે છે; ત્યારે જળપ્રદેશમાં તો એનું અસ્તિત્વ પણ જણાતું નથી.

આ 'ગ્રૅનીટ' કોચલાની હેઠળ આવી રહેલા પદાર્થની પરીક્ષા માટે પણ ભૂકંપશાસ્ત્ર આપણને મદદગાર થઈ પડે છે. ભૂકંપમોજાના વેગના માપનને આધારે એવી માહિતી મળે છે કે 'ગ્રેનીટ'ની નીચે 'બૅસૉલ્ટ' જેવો ભૂરસ પડેલો છે. સમુદ્રના તળ કે પૃથ્વીની સપાટી ઉપર વારંવાર બહાર આવતું 'બૅસૉલ્ટ' દ્રવ્ય એ વિષેનું સમર્થન કરે છે. 'ગ્રેનીટ' અને 'બૅસૉલ્ટ'ની વચ્ચે પણ એક પાતળું નહિ સમઝાયલા પદાર્થનું પડ રહ્યું છે. પણ આ બધા ઉપરથી એવું અનુમાન નીકળે છે કે

બાહ્ય કવચ મુખ્યત્વે કરીને 'ગ્રેનીટ' અને 'બૅસાલ્ટ'દ્રવ્યનું બનેલું છે. ક્લાર્કના મત પ્રમાણે ઘન પડવાળા બાહ્ય કવચના બહારના ૧૦ માઈલ સુધીમાં ૯૫.૦૦ ટકા જેટલા આગ્નેય ખડકો મળે છે. એ ઉપરાંત બીજી જાતના ૪.૦ ટકા માટીપાષાણ, ૦.૭૫ ટકા રેતી-પાષાણ અને ૦.૨૫ ટકા જેટલા ચૂનાના પથ્થર, ક્લાર્ક ગણાવે છે. બાહ્ય કવચમાં પુષ્કળ જાતનાં ખડકો મળે છે ખરાં, પણ એની અંદર પણ મોટે ભાગે તો 'ગ્રેનીટ' અને 'બૅસાલ્ટ' ખડકજ વધારે મળે છે.

કેટલાક વૈજ્ઞાનિકો 'ગ્રેનીટ'કોચલાની હેઠળ 'ગૅબ્રો' નામના ખડકપદાર્થની કલ્પના કરે છે અને એ બન્નેની વચ્ચે પણ એક પડ રહેલું છે ને 'ગ્રેનીટ' 'ગૅબ્રો'મિશ્રિત પદાર્થનું હોય છે એમ માને છે. આ બધાની નીચે 'બૅસાલ્ટ'પદાર્થનું કોચલું વિસ્તરેલું છે. બાહ્ય કવચનો રચનાક્રમ આકૃતિ ૧ પરથી બરાબર સમઝાશે.

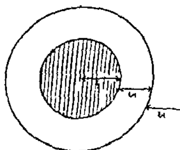


આકૃતિ ૧

સમુદ્રમાં તરતા હિમાનીની માફક ઘન બાહ્ય કવચને પ્રવાહી 'બૅસાલ્ટ'પદાર્થમાં તરતું કલ્પવામાં આવે છે અને તેથી હિમાનીની માફક ઘન કવચનો ભાગ સ્થળપ્રદેશ ને જળપ્રદેશથી ઊંચો દેખાય છે. સ્થળપ્રદેશ અને જળપ્રદેશ બન્ને નીચેના પ્રવાહી 'બૅસાલ્ટ'માં એકેકની સામે સમતુલા સાચવી રહ્યા છે. ઉપરનું ઘન કવચ એના નીચેના પ્રવાહી અને વધારે વજનદાર તત્ત્વમાં તરતું રહ્યું છે એ વિચાર પ્રથમ સર જ્યૉર્જ ઍરી નામના ખગોળશાસ્ત્રીએ ઇ.સ. ૧૮૫૫માં

વૈજ્ઞાનિકો સમક્ષ મૂકેલ હિમાલયપર્વતોમાના ગુરુત્વાકર્ષણબળના કારેલા નિયમનાં માપનની કેટલીક વિશિષ્ટતાઓ જણાયાથી એનાં સમર્થનમાં આ કલ્પના કરવા તરફ એ પ્રેરાયા હતા. અહીં એટલું જણાવવું જરૂરનું છે કે કવચ હેઠળની પ્રવાહી પદાર્થની કલ્પનાને એના અક્ષરે અક્ષર વાસ્તવિક અર્થમા નહીં લેતાં એને થોડી જુદી રીતે સમજવી જોઈએ. કોઈ એક જણે ઘન કવચને બીસુ સાથે સરખાવ્યું છે, અને'બૅસૉલ્ટ'ને ઘટ્ટ ડામરની ઉપમા આપી છે.

પૃથ્વીના ત્રણ વિભાગ પાડવામા આવ્યા છે અને એનાં ત્રણ જુદાં કોચલાં કલ્પવામા આવ્યા છે જુઓ આકૃતિ ૨ પહેલુ, એકદમ



આકૃતિ - ૨

બાહ્ય કવચ અ - ૩૬ માઈલ, મધ્યસ્થિતકોચલુ બ - ૧૮૨૨ માઈલ,
પૃથ્વીનો મધ્યભાગ ક ૨૧૧૨ માઈલ

ઉપરનું કોચલું તે બાહ્ય કવચ જેનુ ઘન પડ આપણે ઉપર તપાસી ગયા તે બીજા મધ્યસ્થિત કોચલાની હવે વાત કરીએ મધ્યસ્થિત કોચલું બાહ્ય કવચના તળથી શરૂ થઈને લગભગ ૧૮૦૦ માઈલ સુધી અંદર ત્રીજા લોખંડનિકલમિશ્રિત કોચલાની સપાટી સુધી વિસ્તરેલુ છે એના બંધારણના પદાર્થમાં ડ્યુનાઈટ જેવા ભૂરસની કલ્પના

કરવામાં આવે છે.

પૃથ્વીનો મધ્ય ભાગ એટલે ત્રીજું કોચલું એ લોખંડનિકલમિશ્રિત પદાર્થનું બન્યું છે. એની જાડાઈ લગભગ ૨૧૧૨ માઈલજેટલી ધારવામાં આવી છે. એના ઉષ્ણમાન વિષે હજી કાંઈ નક્કી કહી શકાતું નથી. છતાં એમ માનવામાં આવે છે કે ઘણા ઊંડાણમાં ઉષ્ણમાન લગભગ ૩૦૦૦° સેંટિગ્રેડ જેટલું હોવું જોઈએ. ઘનફળ માપમાં લોખંડનિકલમિશ્રિત પદાર્થ પૃથ્વીનાં લગભગ ⅙ જેટલો ભાગ રોકે છે. દ્રવ્યની વિશિષ્ટ ઘનતા લગભગ ૧૧·૬ જેટલી અંકાઈ છે. એકદમ ઉપરનું 'સિલિકેટ'પદાર્થનું કોચલું લગભગ $\frac{૬}{૧૦}$ ઘનફળ જેટલા ભાગમાં પ્રસરેલું છે. આ પદાર્થને બાહ્ય કવચમાં મળી આવતા ખડકોનું મૂળ અંગ લેખી શકાય. એની વિશિષ્ટ ઘનતા લગભગ ૩·૦ જેટલી માનવામાં આવે છે. આ બે કોચલાંની વચ્ચે રહેલો લોખંડ તથા 'સિલિકેટ'મિશ્રિત પદાર્થ ૪-૫ સુધીની વિશિષ્ટ ઘનતા બતાવે છે.

ઉપરની બધી કલ્પનાઓમાંથી ઉપસ્થિત થતું ચિત્ર જુઓ. આકૃતિ ૩. એ પૃથ્વીના ભૂતકાળનું કાંઈક ઝાંખું દર્શન કરાવે છે. પ્રથમ



આકૃતિ ૩ તૂટેલી રેખા જલની ભૂગર્ભસીમા બતાવે છે. :

મૂળભૂત પ્રવાહી ભૂરસ મુખ્યત્વે લોખંડ-મૅગ્નેશિયમ-સિલિકેટની સાથે ભળેલા થોડા બીજા ઑક્સાઈડ અને પાણીનો બન્યો હશે. એની અંદર લોખંડધાતુનું પ્રમાણ કાંઈક વધારે હશે. આ પ્રવાહી કાળક્રમે, ધીમેધીમે રાસાયનિક અને ભૌતિક ગુણભેદને કારણે બે જુદાંજુદાં

તત્ત્વમાં બે જાતાં કોચલા માફક છૂટાં પડી ગયો—જેમ પાણી અને તેલ રહે છે એમ. લોખંડનુ તત્ત્વ વધારે ભારે હોવાથી નીચે બેસી ગયુ' અને તેની ઉપર હળવુ 'સિલિકેટ'પદાર્થનુ' કોચલુ તરતુ રહ્યુ 'સિલિકેટ'કોચલાની નીચેના ભાગમાં સ્ફટિકરૂપાંતર થતા ઘનપદાર્થની જાડાઈ વધતી ગઈ એને લઇને 'સિલિકેટ'દ્રવ્યમા ઘણા ઓછા પ્રમાણમાં રહેલાં પાણી એ ને એવાં બીજાં તત્ત્વો ઉપર ને ઉપર પ્રવાહી દ્રવ્યમા એકઠાં થતાં ગયાં ઉપરના પ્રવાહી પદાર્થના કોચલાની જાડાઈ એકદમ ઓછી થઈ જતા એનુ ઘન સ્વરૂપમા રૂપાતર થયેલુ હોવુ જોઈએ. એને આજે આપણે બાહ્ય કવચ કે પૃથ્વીના પોપડા તરીકે ઓળખીએ છીએ.

પૃથ્વીનુ' આંતરબંધારણ સમજવાના આ પ્રયત્નમા એ ચિત્રની ફક્ત આછી રૂપરેખા જ દોરાયેલી છે એમ કહી શકાય. એની અંદરની ઝીણીઝીણી વિગતો પૂરવા માટે ભાવિના વિજ્ઞાનકોવિદોને હજી ઘણુંઘણું યે કરવાનુ રહે છે.

પ્રકરણ ૩

ભૂવિદ્યાનું ક્ષેત્ર

પૃથ્વીના પડનુ વિજ્ઞાન એ ભૂસ્તરવિજ્ઞાન આ પડ ઉપર જ પશુ તેમ જ મનુષ્યે આજથી કરોડો વર્ષ થયાં પોતાનુ' સામ્રાજ્ય સ્થાપ્યુ છે. એમાં જ ફૂલ, ફળ, અનાજ, વગેરે, પોતાનુ' કાર્ય સાધી પ્રાણીમાત્રના જીવનને આધારરૂપ થઈ પડયાં છે. એ ભૂમિ ઉપર જ લાખો માઇલના વિસ્તારમાં આમતેમ રેલમાર્ગો દોડયે જાય છે. એના સમુદ્રના તટ ઉપર જ વહાણો તેમ જ આગબોટો પોતાનો માર્ગ ખેડતા વ્યાપાર

આદિ વ્યવહારોથી જુદાજુદા ખંડો અને દેશોને જોડી દે છે. એ જમીનમાંથી જ મનુષ્ય પોતાને ઉપયોગની એવી લોખંડ, તાંબુ, ચાંદી, સોનું, વગેરે, ધાતુઓ મેળવી શકે છે. એના ઉપરની દરેકે દરેક વસ્તુ મનુષ્યના જીવનના મૂળભૂત અંગસમાન થઈ પડી છે. આવા એ પડની રચના, એ રચનાનાં નિર્માણ અને ગોઠવણી વિષે થોડીઘણી પણ માહિતી મેળવવી એ અગત્યનું થઈ પડશે.

પૃથ્વીના પડની પ્રાથમિક માહિતીઓ મેળવવા માટે આપણને કાંઈ બહુ દૂર જવું પડે એમ નથી. તમારા ઘરની આસપાસની ખુલ્લી જમીન તમારી તીવ્ર શોધકબુદ્ધિનો વિષય બની રહેશે. સામાન્ય નજરને લાગે છે એમ આપણું ભૂકવચ એ માત્ર એક જ જાતના પડનું (પથ્થરનું) નથી બન્યું, પરંતુ સહેજ બારીક અવલોકન કરતાં માલૂમ પડશે કે દસ ચોરસ માઈલના વિસ્તારમાં તો દશ જુદીજુદી જાતની જમીનો (ખડકો) દેખા દે છે, સમુદ્રકિનારે વસવાટ કરનારાને એ કિનારો રેતાળ છે કે નક્કર ખડકવાળો છે, સમુદ્રનાં મોજાં કિનારાને શી રીતે તેમ જ કેવીકેવી અસર કરે છે, કિનારાનાં ખડકોનો વિનાશ કેવી રીતે થાય છે, વગેરે, વગેરે, અનેક વિગતોની માહિતી મેળવવાનું શક્ય બને છે. તે જ પ્રમાણે દૂર દેખાતી ખીણો કે પહાડોના પથ્થરો, ક્યાંક નજીકમાં ખોદાતી પથ્થરની ખાણ, સુકાઈ ગયેલાં જળવિહોણાં નાળાંમાં મળતા લીસા, ગોળ પથ્થરો, વગેરે, વગેરે, આપણને પૃથ્વીના એ ભાગના ભૂતકાળનું થોડું છતાં સ્પષ્ટ અને સાચું દર્શન કરાવે છે જ.

આ તો પૃથ્વીના પૃષ્ઠની વાત થઈ. પણ પૃથ્વીના ગર્ભમાં થતા ઉલ્કાપાતો તેમ જ તેની અંદર રહેલા જુદાજુદા પદાર્થોનું જ્ઞાન પણ પૃથ્વીનો ઇતિહાસ આલેખવામાં એટલાં જ ઉપયોગી છે. આજનું વિજ્ઞાન આપણને પૃથ્વીના ઊંડાઊંડા અંતરમાં લઈ જવા પણ સામર્થ્યવાન બન્યું છે. પરંતુ ચારથી પાંચ માઈલની દુનિયાની ઊંડામાં ઊંડી ખાણ લગભગ પાંચ માઈલની છે. માનવહસ્તે કોતરાયેલા ભૂકવચના ઊંડાણમાં આપણી શુંશું જોઈ શકશે? લગભગ ૩૫૦૦ માઇલ જેટલી પૃથ્વીની

ત્રિજ્યા જાણતાં એનાં ગાઢ ઊંડાણ માપવા જતાં એ નિરાશ નહિ તો-પણ મન્દોત્સાહ તો બની જ જશે. પરંતુ કુદરતી કારણને અંગે થતા ફેરફારો એનાં ગાઢ ઊંડાણોને પણ આપણી સમક્ષ ખુલ્લાં મૂકી દે છે અને તેદ્વારા પૃથ્વીના મધ્ય ભાગનું પૃથક્કરણ પણ શક્ય બને છે. ઊંડી ખાણ ખોદતાંખોદતાં વધતું જતું ગરમીનું પ્રમાણ, વારંવાર પૃથ્વીના પેટાળમાંથી બહાર નીકળતો ગરમ પ્રવાહી પદાર્થ લાવા, તેમ જ નૈસર્ગિક બળોને અંગે ખોદાયલી ઊંડીઊંડી ખીણો પૃથ્વીના પેટાળની રચનાનો આપણને ઝાંખોઝાંખો છતાં ઠીકઠીક પરિચય કરાવે છે.

વળી, આપણી પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ તદન સ્થાયી, સ્થિર કે અચળ જ છે કે એમાં કાળવહન થતાં કોઈ પણ જાતના ક્રમિક ફેરફારો થતા જાય છે? આ પ્રશ્ન પણ ભૂવિદ્યાની દ્રષ્ટિએ ઘણો જ મહત્ત્વનો છે. સામાન્ય મનુષ્યને એમ જ લાગે છે કે પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ કશા પણ ફેરફાર વિનાનું સ્થાયી અને અચળ જ રહ્યું છે અને પહાડો, ખીણો, નદીનાં વહેણો અને સમુદ્રના તટો એ પોતાના અને પૃથ્વીના પણ આદિકાળથી એવાં ને એવાં અને એ ને એ જગાએ જ છે અને રહેશે. આને જ એ સત્ય હકીકત માની લેશે. પોતાના ઘર આગળ થઈને વહેતી નદી ભૂતકાળમાં પણ ત્યાં જ વહેતી હતી એમ એના પૂર્વજોએ એને કહેલું તેથી અને ભવિષ્યમાં પણ ત્યાંથી જ વહેશે એ માન્યતા ઘણી જ રૂઢ થઈ ગઈ છે; કારણ કે મનુષ્યનો અલ્પ જીવનકાળ આપણી દૃષ્ટિને ટૂંકી ને મર્યાદિત બનાવી મૂકે છે. પરંતુ આ માનવું ભૂલ-ભરેલું છે. વસ્તુસ્થિતિ તદન જુદી છે. ઐતિહાસિક પ્રમાણો તપાસતાં-તપાસતાં માલૂમ પડશે કે ઐતિહાસિક કાળમાં નદીઓએ પોતાનાં વહેણોનાં સ્થાન ને દિશાઓ બદલ્યાં છે. મહાભારતજેવા ગ્રંથો એની સાક્ષી પૂરે છે અને હાલનું ભૂવિજ્ઞાન એ દંતકથાઓને સાચી સિદ્ધ કરી બતાવે છે. આજની સિન્ધુનદી એક વખત આપણા ખંભાતના અખાતને મળતી હતી અને સરસ્વતીનદીના સૂકાયેલા પટની નિશાનીઓ હજી પણ

સિંધુનદીના પૂર્વના રણપ્રદેશમાં આપણને જોવા મળે છે.

આ તો બધા મનુષ્યના ઘણા જ ટૂંકા જીવનકાળમાં ન બની શકે એવા વિરાટ બનાવો છે. પરંતુ પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર એવા યે બનાવો બન્યે જાય છે કે તે આપણે જોઈ તેમ જ સમઝાવી શકીએ. દાખલા તરીકે, ગાઢ ઝાડીથી ભરપૂર વન સખ્ત પવનના તોફાનને આધીન થઈ હઝારો ઝાડોનો નાશ થતાં સપાટ પ્રદેશરૂપમાં ફેરવાઈ જાય છે અને તેને માણસજાત પાછળથી ખેતીના ઉપયોગમાં પણ લઇ શકે છે. નદીઓનાં સખ્ત પૂરથી તૂટતા નદીના કિનારાઓ અને આસપાસના વિસ્તારોમાં લાંબે સુધી પથરાતા રેતાળ કાંપથી પણ આપણે અજાણ્યા નથી. ભારે વરસાદથી પરિણમતા ભૂપર્યાસને લીધે ઊંચાઈ પરથી નીચે ગબડી પડતા જમીનના મોટામોટા ટૂકડાઓની વિગતો પણ આપણે અખબારોમાં વાંચીએ છીએ. ધરતીકંપના સખ્ત આંચકાથી અને બાહ્ય કવચમાંથી ફાટી નીકળતા ગરમ પ્રવાહી લાવારસના કારણે નષ્ટ પામેલાં શહેરોનાં ઇતિહાસનાં કંઈકંઈ પાનાં પ્રમાણો પૂરાં પાડે છે. વળી ક્યાંક સમુદ્રના પાણીનું જમીન ઉપર આક્રમણ થાય છે તો ક્યાંક જમીન સમુદ્રના પાણીને ધકેલીને આગળ ધસતી રહે છે. આવા તો કેટલા યે ફેરફારો આપણી પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં થયે જ જાય છે. આ અને આવા બધા બનાવોની વિગતવાર નોંધ માનવજાતે નથી જાળવી રાખી. પણ આપણા સુભાગ્યે એ બધી હકીકતો બાહ્ય કવચના પડેપડમાં એટલી બધી સરસ રીતે જળવાઇ રહી છે કે ભૂવૈજ્ઞાનિકોને માટે તો એ પૃથ્વીના ભૂતકાળને જાણવાનું બહુ અગત્યનું સાધન બની રહે છે. આવાંઆવાં અવલોકનો અને શોધોથી આપણે ઐતિહાસિક કાળની પૂર્વેનો પૃથ્વીનો ઇતિહાસ જાણી શકીએ છીએ. આવાંઆવાં સંશોધનને અંતે મળી આવતા પૃથ્વીના ભૂતકાળના ઇતિહાસનાં પ્રમાણોને આપણે ભૂવિદ્યાના નામથી ઓળખીએ છીએ. બધાં પ્રમાણોને શોધી, તપાસી,

ઊકેલી અને ગોઠવીને પૃથ્વીનો અથથી ઇતિ સુધીનો ઇતિહાસ રચવાનું કાર્ય ભૂવૈજ્ઞાનિકોનું છે.

ભૂતકાળના ઇતિહાસને બરાબર સમઝવા અને ઊકેલવા માટે ઇતિહાસકારો શિલાલેખોની સહાયતા લે છે અને એ શિલાલેખોને ઊકેલવા માટે તેની ભાષાનો આપણે પરિચય સાધવો પડે છે. ભૂવિદ્યાના વિષયમાં પણ તેમ જ છે. પૃથ્વીના પડમાં પડેલા કુદરતના શિલાલેખોનું રહસ્ય બરાબર રીતે સમઝવા પહેલાં આજે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર ચાલી રહેલા ક્રમિક ફેરફારોને ઘણી જ સૂક્ષ્મતાથી તપાસવાની અને સમઝવાની જરૂર છે, કારણ કે કુદરતી ક્રિયાઓને સમઝવા માટે આપણી પાસેના આજના એક સાધનના સાહાય્યથી ભૂતકાળના ગાઢ અંધકારમાં કાંઈક પ્રકાશ પાડી શકીએ અને તેથી જ એમ કહેવાય છે કે વર્તમાન એ તો ભૂતકાળનો સંદેશવાહક છે.

આ ઉપરથી જોઈ શકાશે કે પૃથ્વીનો ઇતિહાસ સમઝવા માટે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર થતા પ્રત્યેક ફેરફારને બારીકીથી તપાસવાની જરૂર છે. એથી આપણે હવે નિત્ય અવિચ્છિન્ન ચાલતી રહેતી કુદરતી ક્રિયાઓનું-કે વાયુ, વરસાદ, હિમ, વગેરેનું અને તેનાથી થતા ફેરફારોનું-બરાબર નિરૂપણ કરી શકીશું.

પ્રકરણ ૪

ભૂપૃષ્ઠના જળનું કાર્ય, ખડકનું અપાવરણ

ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ચાલુ રહેલા ધીમા ફેરફારો : આપણે ઘણી વખત લોકોને બોલતા સાંભળીએ છીએ કે વખતના વહેવા સાથે દરેક વસ્તુનો નાશ થાય છે. પણ આ કહેવું સત્યથી વેગળું છે. કોઈ પણ

વસ્તુમાં કેવળ કાળબળે જ ફેરફાર લાવી શકાતો નથી, પરંતુ કુદરતી ક્રિયાઓનાં કારણો જ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ઘણો લખિલાંબે વખતે મહત્ત્વના ફેરફારો થયેલા આપણે જોઈએ છીએ. કોઈ જૂની ઇમારતનો દાખલો અહીં અસ્થાને નહીં ગણાય. દરેક જણ જાણે છે કે લાંબા કાળના ગાળા બાદ દર કોઈ ઇમારતનું ચણતરકામ વગેરે પહેલાના જેટલું સુંદર, સંગીન અને સુરેખ નથી રહેતું, પણ તેમાં ક્યાંકક્યાંક ફાટફૂટ અને નાશનાં ચિહ્નો નજરે પડે છે. એ જ રીતે ભૂપૃષ્ઠના વિસ્તારમાં પણ એવી ફાટફૂટ, એવી ચીરાડો અને એવી અવ્યવસ્થા નજરે પડે છે. આ બધાનું કારણ જોવા જઈશું તો તે એક જ જણાશે. વાયુ અને વરસાદનાં પાણી જેજે વસ્તુના સમાગમમાં આવે છે તેમાં આવા ફેરફારો એ કરે છે. પૃથ્વીના પૃષ્ઠ ઉપર ચાલી રહેલા આવા બધા ફેરફારોને આપણે ભૌતિક અપક્ષયના નામથી ઓળખીશું. આવી રીતનો ખડકોનો અપક્ષય બીજાં ઘણાં કારણોને આભારી છે. એમાંનાં નીચે જણાવેલાં મુખ્ય ગણી શકાય :

(૧) **હવાના ઉષ્મામાનમાં થતી વધઘટ :** આ સમજવા માટે આપણે કોઈ ગરમ પ્રદેશનો દાખલો લઈશું. એવા દેશમાં દિવસે સૂર્યના તાપથી જમીન એકદમ ગરમ બને છે અને રાતને વખતે તેવી જ રીતે ઠંડી પણ પડી જાય છે. જમીન ગરમ થાય છે તે કારણે એ ખડકના ઝીણાં વા મોટાં કણો છૂટાં પડે છે; જ્યારે પાછા ઠંડા થતાં છૂટા થયેલાં કણો એકેકની સાથે દબાઇને રહેવાનો પ્રયત્ન કરે છે. આથી એ જમીન ચાલુ આશ્લેષણવિશ્લેષણની તંગ દશામાં રહ્યા કરે છે અને તેથી એવા પ્રદેશમાં પૃથ્વીના બાહ્ય કવચનો ચોમેર વિધ્વંસ થતો રહે છે. આવું આશ્લેષણવિશ્લેષણ ખડકોમાં બીજી રીતે પણ થાય છે અને તે દરેક ખડકમાં રહેલાં જુદાંજુદાં ખનિજોના જુદાજુદા પ્રમાણના ઉષ્ણતાગ્રાહક ગુણને લીધે છે.

(૨) **હિમની ખડક પર થતી અસર :** હિમની અસર ઠંડા મુલકમાં આપણે ઘણી સારી રીતે જોઇ શકીએ છીએ. જમીનમાં

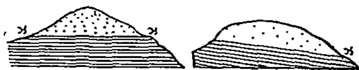
પચેલું પાણી જ્યારે જમીનનાં કણોની વચ્ચેની ખાલી જગ્યામાં થીજીને ઘન બરફના સ્વરૂપમાં ફેરવાઈ જાય છે ત્યારે ઘન બરફનું કદ પ્રવાહી પાણી કરતાં વધારે મોટું હોવાથી તે ખડકનાં કણોને વધારે છૂટાં પાડીને ઢીલાં પાડી દે છે. પછી પવન કે કોઈ બીજા બળથી એ ઢીલા પડેલા કણો આમતેમ વીખરાઈ જાય છે આ રીતે ઠંડા પ્રદેશમાં જમીનનો નાશ થતો રહે છે.

(૩) વરસાદનું પાણી : વરસાદનું પાણી પણ જમીનનો નાશ કરે છે એ સર્વથી સુવિદિત છે વાદળાંમાંથી નીચે પડતા વરસાદના પાણીમા હવામાંના કાર્બન ડાયૉક્સાઇડ, ઑક્સિજન, વગેરે વાયુઓનું મિશ્રણ થાય છે, અને તેની પાંદડાં વગેરે વનસ્પતિ જન્ય દ્રવ્યથી એ પાણી ઍસીડનું નિર્બલ સ્વરૂપ ધારણ કરે છે અને તેથી તેમાં ખટાશ આવે છે. ખડકોમાં રહેલા ચૂનાજેવા દ્રવણશીલ પદાર્થ ઘણી સહેલાઈથી ઓગળી દઈ જમીનના નાશનું કારણ બને છે. આ રીતે જોતા વરસાદના પાણીથી થતા નાશનું પ્રમાણ તેતે ખડકની જાત ઉપર આધાર રાખે છે જમીન પર પડતા વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ વાયુરૂપે પાછો હવામા ચાલ્યો જાય છે. થોડોક ભાગ ભૂપૃષ્ઠ ઉપરના પાણી તરીકે નદી, નાળાંનાં પાણી સાથે ભળી જાય છે, જ્યારે બાકી રહેલો પાણીનો ભાગ જમીનમાંના ઝીણાં બારીક છિદ્રોદ્વારા જમીનની અંદર પ્રવેશે છે અને જમીનના ગર્ભમા ભૂગર્ભના જળ તરીકે વહે છે આ રીતે ભૂપૃષ્ઠનું જલ અને ભૂગર્ભના જલનું પ્રમાણ પણ જુદીજુદી જગાઓના ખડક પર આધાર રાખે છે ઘણા મોટા છિદ્રોવાળા ખડકોમા પાણી ઝડપથી, અંદર પેસી જતું હોવાથી એવા વિસ્તારમા ભૂપૃષ્ઠ જળના નદીનાળારૂપે વહેવાનો સંભવ પ્રમાણમા ઘણો ઓછો રહે છે

(૪) જલની ભૂગર્ભસીમા : રેતીપાષાણજેવા ખડકોમાં જ્યાં પાણીનું શોષણ ઘણી સહેલાઇથી થઇ શકે છે ત્યા વરસાદના પાણીનું

શું થાય છે એ જાણવું જરૂરનું છે. ઉપર કહ્યું છે તેમ ખડકનાં છિદ્રોદ્વારા પાણી ભૂગર્ભમાં ઊંડું ને ઊંડું ઊતરે છે અને ત્યાં ખીજા ખડકોનાં છિદ્રોમાં રહેલા પાણી સાથે ભળી જાય છે અને ભૂગર્ભના જળમાં વધારો કરે છે. આથી આપણે આવી જમીનના બે વિભાગ પાડી શકીએ : (૧) ઉપરનો ભૂપૃષ્ઠનો, જે ભાગ પાણી જમીનમાં ઊતરી જવાથી પાણી વિનાનો થયો છે તે અને (૨) નીચેનો ભૂગર્ભનો ભાગ, જ્યાં પુષ્કળ પાણી જમા થઈ શકયું છે તે. આ બન્ને ભાગોની વચ્ચેની સીમાને આપણે જલની ભૂગર્ભસીમા તરીકે ઓળખીશું. આ સીમા જુદેજુદે ઠેકાણે જુદીજુદી ઊંચાઈએ દેખાય છે જેવા કે ટેકરીવાળા પ્રદેશમાં તે ઊંચે આવે છે; જ્યારે ખીણ-વાળા પ્રદેશમાં એ નીચે ઊતરી જાય છે જુઓ આકૃતિ ૩.

વરસાદના દિવસોમાં એ ભૂગર્ભસીમા ઉપર ચડે છે અને ગરમીના સૂકા દિવસોમાં નીચે એ ઊતરી જાય છે. આ ઉપરથી સહેલાઈથી સમજી શકાશે કે ઊનાળાના દિવસોમાં (અ આકૃતિ ૩) કૂવાનાં પાણી તરત સુકાઈ જાય છે. તે જ પ્રમાણે (ક આકૃતિ ૩)



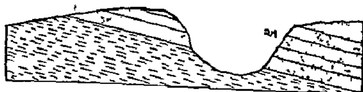
આકૃતિ ૪ અ બ ઝરાની ઉત્પત્તિ

માં દર્શાવ્યા મુજબ ખીણનાં ઝરાનાં પાણી પણ વત્તાઓછા વખત માટે સુકાઇ જાય છે.

ઝરાની ઉત્પત્તિ : આગળ કહ્યું તેમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં જુદીજુદી જાતનાં ખડકો છે. તેમાંનાં કેટલાંક ખડકોની શોષણશક્તિ

તેનાં મોટામોટાં છિદ્રોને લીધે ઘણી જ વધારે હોય છે, જ્યારે કેટલાંક ઘણાં ઘન, સખ્ત અને તેથી ઓછી શોષણશક્તિવાળાં હોય છે. આવાં બે જાતનાં પડની ગોઠવણી આકૃતિ ૪ મા બતાવ્યા પ્રમાણે થઈ હોય છે ત્યારે ઝરાના જન્મ થવાનો સંભવ ઉદ્ભવે છે આકૃતિ ૪ અ જોતાં માલૂમ પડશે કે ઘણાં જ ઘન એવા માટીનાં પડ પર રેતી પાષાણનું પડ ટેકરીના આકારમાં પડ્યુ છે. ઉપર સમઝાવ્યું છે તેમ રેતીપાષાણનાં છિદ્રો મોટાં હોવાથી વરસાદનું પાણી સહેલાઈથી અંદર પ્રવેશી માટીનાં પડ આગળ આવીને અટકે છે. ત્યાંથી એ ઝ માર્ગે પાછુ બહાર આવે છે અને એ રીતે ઝરાને જન્મ આપે છે આકૃતિ ૪ બ મા દેખાય છે એ પ્રમાણે જો બન્ને પડ એક બાજુ નમતાં થયાં હોય તો પાણી સહેલાઈથી એ તરફ વહીને ઝ માર્ગે બહાર નીકળે છે

ભૂપર્યાસ - મોટામોટા જમીનના ટુકડાઓના પર્વત કે ઊંચી ટેકરીઓના ઢોળાવ પરથી નીચે ધસી આવવા વિષે આપણે ઘણી વખત સાભળીએ છીએ આ બનાવોને પણ ઉપર દર્શાવેલાં કારણોથી સમઝાવી શકાશે ઉપર જણાવ્યું તેમ રેતીપાષાણની નીચલી અને માટીપાષાણની ઉપલી હદ આગળ પાણીનો પ્રવાહ વધારે હોવાથી એ ભાગની જમીન વધારે ચીકણી અને લીસી બની જાય છે અને તેથી ઉપરનાં પડનો કોઈ ભાગ સંજોગવશાત્ સહેલાઈથી ગુરુત્વાકર્ષણના બળે કરીને નીચે સરી પડે છે આકૃતિ ૪ બ અને ૫ મા



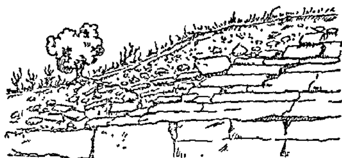
આકૃતિ ૫ ભૂપર્યાસ ક્યાં થાય અને ક્યાં નહીં થાય એ દર્શાવતું ખીણનું ચિત્ર

બતાવ્યા પ્રમાણે બન્ને પડોનું નમન જે તરફ હોય તે તરફ ખાસ કરીને જમીન ધસી પડવાના સંભવ-ઊભા થાય છે. નમન સામેની દિશામાં આકૃતિ ૫ અ આગળ એમ બનવું ખાસ શક્ય નથી.

ભૂગર્ભજલનું કાર્ય: ભૂગર્ભમાં વહેતા પાણીને લીધે જ જમીનના ટૂકડા ધસી પડે છે એ તો આપણે જોયું. વળી, આપણે ઉપર જોઈ ગયા તેમ વાદળાંમાંથી નીચે ઊતરતાં અને ભૂપૃષ્ઠ ઉપર વહેતાં પાણી કેટલાક વાયુને પોતામાં ઓગાળી દઇને નિર્બળ ઍસિડનું રૂપ ધારણ કરે છે. આ પાણી જમીનની અંદર દાખલ થાય છે ત્યારે અંદરનાં ખનિજો વગેરેને (જેવા કે કૅલ્સાઇટને) પોતામાં ઓગાળી દઇ અંદર ને અંદર દૂર સુધી પોતાના વહેણમાં ધસડી જાય છે અને કોઇ બીજી જગાએ પોતાની વહનશક્તિ ઘટવાથી એને છોડી દે છે. ઝરાનાં પાણી તપાસતાં અથવા એનું પૃથક્કરણ કરતાં આ વસ્તુસ્થિતિ તદ્દન સ્પષ્ટ થશે. કોઇકોઇ વખત કોઇ ઝરાના પાણીમાં એવાં ઉપયોગી રાસાયનિક તત્ત્વો ઓગળેલાં હોય છે અને તે પાણી આપણે તંદુરસ્તીને ખાતર પણ ઉપયોગમાં લઇએ છીએ. વજ્રાબાઇ અને દેવકીઊનાઇના ગરમ કુંડોનાં આવાં પાણી વિષે સૌ કોઇ જાણે છે.

જમીન અને નીચલી જમીનનું બંધારણ: કોઇ પણ જગાએ ખોદકામ કરતાં આપણને માલૂમ પડે છે કે એ વિસ્તારમાં થોડાક ફૂટની ઊંડાઇ સુધી આપણને બારીક છૂટી માટી સિવાય બીજું કાંઇ જ જડતું નથી. એ માટીના પડને જમીન તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. તે પછી નીચેના ખડકના નાનામોટા ટૂકડાઓ માટી સાથે ભળેલા દેખાય છે અને તે નીચલી જમીન તરીકે જાણીતી છે. એકદમ ઊંડાં ઊતરી જતાં નક્કર ખડક માલૂમ પડે છે. આવી જાતનો નિયમિત ઉત્તરોત્તર ક્રમ આપણને બાહ્ય કવચના ઘણા ભાગોમાં જોવા મળે

છે જુઓ આકૃતિ ૬. આમ થવાનાં ખાસ કારણો આપણે ઉપર જોઈ



આકૃતિ ૬ ખડક તથા નીચલી જમીન

ગયા એમ હવાના ઉષ્ણમાનમાં થતા ફેરફારો, હિમ, વાયુ, વરસાદ વગેરે નૈસર્ગિક બળો છે અને ભૌતિક અપક્ષયને અંતે આવાં પરિણામ આવે છે.

નદીનાળાંમાં વહેતા પાણીનું કાર્ય

નદીનો જન્મ: આગળ આપણે હિમ, વાયુ વરસાદનાં પાણી વગેરેનું ભૂપૃષ્ઠ ઉપર અને ભૂગર્ભમાં થતું કાર્ય જોયું. હવે વરસાદનું પાણી નદી અને નાળાંદ્વારા સમુદ્રને મળતા સુધીમાં શાશા ફેરફારો ભૂપૃષ્ઠ ઉપર કરે છે તે તપાસીશું. પાણી હમેશાં વધારે નીચાણ તરફ વહેવા માંડે છે એ નિયમાનુસાર નાનાંનાનાં વહેણો વરસાદને કારણે જમીન પર વહેતાં શરૂ થઈ જાય છે. એવાં ઘણું વહેણો મળી એક થતાં એક નાનાં નાળાનું રૂપ ધારણ કરે છે અને આવાં નાળાંમાંથી નદી થાય છે. નદીનાં પાણી વહેવા માટે પોતે એક માર્ગ જમીનમાં ખોદી કહાડે છે અને તે નદીના પટ તરીકે ઓળખાય છે. નદીનાં વહેતાં પાણી બે જાતનાં કાર્ય કરતાં રહે છે: (૧) એના ઘર્ષણબળ વડે જે કાર્ય કરે છે તે અને (૨) રાસાયનિક તત્ત્વોની

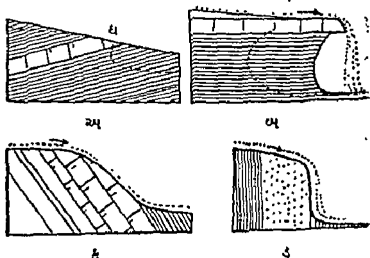
મદદથી કરે છે તે.

(૧) ઘર્ષણબળથી થતું કાર્ય : ગતિમાં મુકાયેલી દરેક વસ્તુમાં કાર્યસાધક શક્તિનો ઉદ્દભવ થાય છે. આ ભૌતિકશાસ્ત્રના સિદ્ધાંતને આધારે વહેતાં પાણી પણ કાર્યસાધક શક્તિનું બળ ધરાવે છે. તે જ પ્રમાણે નદીનાં વહેતાં પાણી પણ એની એ ગતિમય કાર્યશક્તિથી એના માર્ગમાં આવતાં ખડકને ખોદી કાઢીને તેના નાનામોટા ટૂકડાઓને તેમ જ માટીનાં ઝીણાં કણોને પોતાના વહેણમાં આગળ અને આગળ ધસડી લઇ જાય છે. એ સઘળો ભાર વહન કરવાની શક્તિ એના પ્રવાહબળ ઉપર રહે છે. નદીમાં પૂર આવ્યું હોય તે વખતે પ્રવાહબળ અતિશય વધવાથી મોટામોટા પથ્થરોને પણ એ સહેલાઇથી ધસડી શકે છે, પણ એ પ્રવાહબળ ઓછું થતાં એ બધું માટીદ્રવ્ય નદીને તળીએ બેસી જાય છે અને ફક્ત ઝીણી માટીનાં કણો જ પાણીમાં તરતાં રહી આગળ વધે છે. વળી, પાણીમાં ધસડાતા પથ્થરના ટૂકડાઓ નદીના પટને અને કિનારાઓને કોતરી નાંખવામાં કારણભૂત થઈ પડે છે.

(૨) રાસાયનિક તત્ત્વોથી થતું કાર્ય : આગલા પ્રકરણમાં જોયું તેમ વરસાદનાં પાણીમાં-હવામાંથી તેમ જ જમીન પરથી ખટાશનું તત્ત્વ પોતાનામાં દાખલ થાય છે અને તેની મદદથી બીજા ખડકોને ઓગાળી દઇ તેનો નાશ કરે છે. ઓગળેલા ભાગો પણ સમુદ્રના પાણીમાં અંતે નિવાસ કરે છે. આ એનું રાસાયનિક કાર્ય.

જળધોધ : નદીનાં પાણી ઘણી જ ઊંચાઇએથી અથવા ઘણા જ ઢોળાવ પરથી વહે છે ત્યારે પ્રચંડ પ્રવાહવેગમાં એ મોટામોટા જમીનના ટૂકડાઓને ધસડી લઈ જાય છે એ આપણે જોયું. એ ધસડાતા પથ્થરો નદીના પટના ખડકને કોતરી નાખે છે એ પણ આપણે જાણ્યું. આવી રીતે નદીનો પટ ઊંડો ને ઊંડો કોતરાતો જાય છે

ત્યારે નદીના માર્ગમાં ઊંડાં કોતરોનો જન્મ થાય છે. જળધોધ પણ કંઈક એવા જ સંજોગોમાં ઉત્પન્ન થાય છે અને નદીનાં પાણી નરમ અને સખ્ત એમ બે જાતનાં ખડકોમાં થઈને વહેતાં હોય છે ત્યારે ધોધની બધી સામગ્રી એકઠી થઇ રહે છે જુઓ આકૃતિ ૭. આકૃતિ ૭ અ જોતાં માલૂમ પડશે કે ડાબીથી જમણી બાજુ વહેતાં



આકૃતિ ૭ જળધોધ કેવા સંજોગોમાં જન્મે છે એ આ ચાર આકૃતિ બતાવે છે.

નદીનાં પાણી પહેલાં નરમ માટીપાષાણમાંથી વહી ચૂનાનાં સખ્ત ખડકને મળે છે અને વળી પાછાં માટીપાષાણમાંથી વહે છે. ઘાસંણ બળ વડે નદીના પટનાં ખડકો ખવાતાં જાય છે પણ માટીપાષાણ ચૂનાના ખડક કરતાં વધારે નરમ હોવાથી ધ આગળનો માટીપાષાણ વધારે ને વધારે ઊંડો કોતરાતો જાય છે અને મોટા જળધોધને જન્મ આપે છે. આ આકૃતિ ૭ માં ટોરેથી તૂટેલી રેખા પરથી સ્પષ્ટ થશે. દરેક નદી પોતાના પટને સમુદ્રપૃષ્ઠ સુધી ખોદે છે તેથી

વધારે ઊંડું ખોદવાની શક્તિ તેનામાં રહેતી નથી અને ફક્ત પહોળાઇમાં જ નદીના કિનારાઓને એ કોતર્યે જાય છે. જ્યાંસુધી નદી ઊંડાઈમાં પોતાના પટને ખોદી શકે છે ત્યાંસુધી એ તરુણાવસ્થામાં ગણાય છે પરંતુ એ ક્રિયા બંધ થતાં એ વૃદ્ધાવસ્થાએ પહોંચે છે એમ કહેવાય છે.

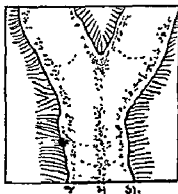


પ્રકરણ ૫

હિમાની અને સમુદ્રજલનું કાર્ય

હિમાનીનું કાર્ય: ઠંડા પ્રદેશમાં અથવા તો ઘણા ઊંચા પર્વતના શિખર પર પડતું હિમ ધીમેધીમે એકઠું થતાં મોટા બરફના ઢગલા-સમું બની રહે છે અને તેને આપણે હિમાની તરીકે ઓળખીએ છીએ. એ એકઠું થયેલું હિમ એક જ ઠેકાણે સ્થિર અવસ્થામાં પડયું રહે છે ત્યાંસુધી તો એ એની નીચેની જમીનનું ભૌતિક અપક્ષયથી રક્ષણ કરે છે. પરંતુ એની ધીમેધીમે નીચે સરવાની ક્રિયાથી એની હેઠળ આવતી જમીનનો એ નાશ કરે છે. પર્વતની હિમસીમાના ઉપરના ભાગમાં હમેશાં એકઠું થયા કરતું હોવાથી તેનું પ્રમાણ વધતું જાય છે અને વધારાનું હિમ ત્યાંથી બે રીતે જતું રહે છે: એક તો મોટા ઢગલામાં એ બરફ નીચે તૂટી પડે છે અથવા તો હિમપ્રવાહના રૂપમાં ધીમેધીમે નીચે ઊતરે છે. જે ખીણમાંથી એ વહે છે તે ખીણના તૂટેલા નાનામોટા જમીનના ટૂકડાઓને પોતાના પ્રવાહ ઉપર જમણી અને ડાબી બાજુના ભાગો પર ઘસડી જાય છે. આ બધું માટીદ્રવ્ય ઘણે ભાગે એની ખીણના આજુબાજુના ભાગ ઉપરથી જ પડયું હોય છે. આ બન્ને બાજુ એકઠાં થયેલાં માટી-દ્રવ્ય જમણા અને ડાબા પડખાંના હિમમલ તરીકે જાણીતાં છે.

બે હિમપ્રવાહના જોડાણથી એકની ડાબી બાજુના અને બીજાના જમણી બાજુના હિમમલ એકઠા થતાં મધ્યમ હિમમલ જન્મ પામે છે જુઓ આકૃતિ ૮.



આકૃતિ ૮ જમણો, મધ્યમ અને ડાબો હિમમલ

વળી, જે જમીન ઉપર એ વહે છે તે જમીન પરનું માટી-દ્રવ્ય નાનામોટા ટૂકડાઓ, વગેરે, સાથે ઘસડી જાય છે. તેવી જ રીતે બરફમાં પડેલા ચીરા મારફત પણ કેટલુક દ્રવ્ય અંદર દાખલ થાય છે અને તે પણ હિમપ્રવાહ સાથે જ ઘસડાતું રહે છે. નદીના પાણીમાં ઘસડાયેલા અને હિમપ્રવાહની નીચે ઘસડાયેલા પથ્થરો વચ્ચે એ તફાવત હોય છે કે પહેલાં તો પથ્થરો પાણીના ઘર્ષણથી ગોળ અને લીસા બની જાય છે; ત્યારે બરફ હેઠળ ઘસડાતા પથ્થરો બરફનાં જાડાં અને ઘણાં જ મોટાં પડના ઉપરના અતિશય દબાણને લઇને લીસાં બને છે. પણ સાથેસાથે એની ઉપર એક જ દિશામાં જતાં ઊંડાં રેખાઓ અને ચીલાઓ પણ પડે છે. હિમપ્રવાહ પોતાના પ્રવાહમાં ખેંચાઈ આવતાં નાનાંમોટાં સઘળાં દ્રવ્યોને જ્યાં એ ઉષ્મામાન વધવાના કારણે ઓગળવા મંડે છે ત્યાં છોડી દે છે અને એમાંનું ઘણું દ્રવ્ય તો તે જગાએ લાંબા કાળ સુધી

જળવાઈ રહે છે અને પાછળથી હિમપ્રવાહની હદ બતાવવામાં ઘણું અગત્યનું ચિહ્ન થઈ પડે છે. એ જળવાઇ રહેલા દ્રવ્યને. અંતિમ હિમમલ તરીકે ઓળખીશું. વળી, આખો હિમપ્રવાહ કઈ દિશાથી કઇ દિશા તરફ વહેતો રહ્યો હશે એનું પણ સૂચન હિમમલને બરાબર તપાસતાં મળી આવે છે.

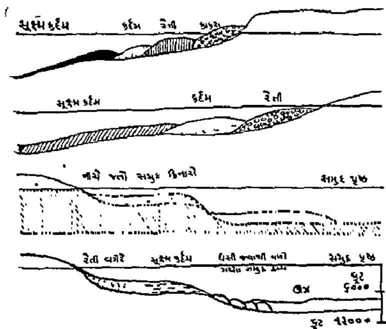
હિમાલયના શિખર ઉપરથી ઉતરતા આજના હિમપ્રવાહો અંતિમ હિમમલનાં ચિહ્નો આપણને સમુદ્રપૃષ્ઠથી વધારેમાં વધારે ૮૦૦૦ ફૂટની ઊંચાઈએ મળે છે. પરંતુ એક વખતે ૫૦૦૦ ફૂટ જેટલી ઊંચાઈ સુધી પણ હિમપ્રવાહ નીચે ઉતર્યા હોવાનાં પ્રમાણો મળ્યાં છે ? પંજાબની ટેકરીઓમાં મળતાં પાણી તથા હિમ એમ બન્નેના ભેગા કાર્યથી જમા થયેલા મલ પ્લીસ્ટોસીનયુગના હિમકાલની સાક્ષી પૂરે છે.

સમુદ્રજલનું કાર્ય : સમુદ્રનાં પાણી કેટલેક અંશે પણ જમીનના નાશનું કારણ બને છે આ તો સૌ સમજી શકે એવી વાત છે. સમુદ્રકિનારે ઊભા રહી ઊંચે ઉછળતાં, કિનારાને અથડાતાં મોજાં તો સર્વેએ જોયાં હશે. એ ઉછળતાં મોજાં કિનારાની જમીનમાં પુષ્કળ ભાંગફોડ કરે છે અને વળી કિનારા પરના કાંકરા, પથરા, વગેરે પણ એ ભાંગફોડ કરવામાં પુષ્કળ મદદ કરે છે. એવું અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે દરેક સામાન્ય મોજું એક ચોરસ ફૂટ પર લગભગ ¾ ટન જેટલું દબાણ લાવે છે; જ્યારે તોફાનવખતે દરેક ચોરસ ફૂટ પર ત્રણ ટનનું દબાણ આવે છે કિનારાની જમીનની ફાટોમાં અને ચીરાઓમાં જે હવા રહેલી હોય છે તે મોજાના દરેક અથડાવા સાથે પુષ્કળ દબાય છે અને એને લઈને બારીક કણો છૂટાં પડી જતાં જમીનનો વિધ્વંસ થાય છે. વળી એ મોજાં કાંકરા તેમ જ પથરાને પણ સાથે ઘસડે છે ત્યારે તો તે જમીનને ઘણા જ વધારે પ્રમાણમાં નુકસાન પહોંચાડે છે. સમુદ્રજલનું આ કાર્ય કિનારા-

ની ભેખડ પર ભરતીનાં પાણી પહોંચી શકે તેટલા પ્રદેશમાં જ થાય છે. આવી રીતે ભેખડમાંથી તૂટેલું સઘળું માટીદ્રવ્ય કિનારા પરના કાંકરા અને પથરાને જન્મ આપે છે.

સમુદ્રજલથી થતો વિનાશ વિક્ષેપ, વાયુ, વરસાદ, નદીનાળાંના પાણી અને હિમપ્રવાહથી થતા વિનાશની સરખામણીમાં કાંઈ નહિ જેવો જ ગણી શકાય; છતાં સમુદ્રનું મુખ્ય કાર્ય તો નદીઓમાં ઘસડાઈ આવતાં તેમ જ પોતાનાં માટીદ્રવ્યનો તળીઆમાં સંગ્રહ કરવાનું છે. એ સંગ્રહ કેટલો બધો નિયમિત રીતે થતો રહ્યો છે એ આકૃતિ ૯ અ અને ૯ બ જોતાં સ્પષ્ટ થશે. નાનામોટા ગોળ

આકૃતિ ૯ અ



આકૃતિ ૯ બ

અને અણિયાળા પથરા લગભગ કિનારા પર જ એકઠા થાય છે; જ્યારે એનાથી વધારે નાના અને હળવા ઝીણા કાંકરા કિનારાથી દૂર સમુદ્રની અંદર જમા થાય છે. માટીનાં ઘણાં જ બારીક રજકણોને સમુદ્રની અંદર કિનારાથી લગભગ ૩૦૦ માઇલના અન્તર સુધી પથરાવાનો સંભવ છે, અને એનાથી ઘણા ઊંડાણમાં રતાશવાળા અથવા બદામીજેવા રંગની અતિશય બારીક માટીનાં થર જણાયાં છે. એનો ઉદ્‌ભવ સમુદ્રની અંદર ફાટતા જ્વાલામુખી અથવા તો જ્વાલામુખીના કારણે બનેલા બેટ પરથી ઊડતી લાવાની માટીમાંથી થયો હશે એમ માનવામાં આવે છે. આ ઉપરાંત સમુદ્રના ઘણા ઊંડા ભાગોમાં સામુદ્રિક જીવોના અવશેષો પરવાળાં, વગેરે, જેવાનાં થર પણ મળે છે.



પ્રકરણ ૬

પ્રાણીકુલના અને વનસ્પતિકુલના અવશેષોની શોધ અને ઉપયોગિતા

અવશેષોની સમજ અને ઉપયોગિતા : એક વખત એમ મનાતું હતું કે જમીનમાંથી ખોદી કાઢેલી દરેક વસ્તુ, સજીવ વા નિર્જીવ કોઇ પણ વસ્તુ જૂના અવશેષ તરીકે જ ઓળખાવી જોઇએ અને તે પ્રમાણે જમીનમાંથી મળતાં ખનિજો પણ અવશેષ તરીકે ઓળખાતાં હતાં. પરંતુ હવે તો સજીવ વસ્તુઓને (પ્રાણી અને વનસ્પતિને) ઉદ્દેશીને જ એ શબ્દનો પ્રયોગ કરવામાં આવે છે. કોઈ પણ વનસ્પતિ કે પ્રાણીના અવશેષ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચનાં જુદાંજુદાં ખડકોમાં કુદરતી રીતે દટાયેલા જડે છે. તેને જ જીવાવશેષ કહેવામાં આવે છે. કોઇ પણ જીવના અવશેષ, એ જીવ ચૂર્ણપાષાણ વગેરેમાં

જળવાઇ રહેલી આકૃતિ કે કોઇ પણ બીજા એવા જીવનાં ચિહ્નો આ સઘળાં જીવાવશેષને નામે જ ઓળખાય છે. ટૂંકાણમાં કોઇ પણ જીવના અવશેષની આકૃતિ અથવા શરીરરચના વગેરેનાં થોડાઘણા પણ અંશો કે ચિહ્નોને જીવાવશેષ તરીકે જ ઓળખીશું.

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચની સ્તરરચનાના ક્રમને ઉકેલવા માટે અને જુદાજુદા યુગના સમયની આબોહવા અને પ્રાણીકુલના તથા વનસ્પતિકુલના જીવો—જે બધા હાલના કરતાં તદ્દન જુદા જ હતા એ બધું જાણવા જીવાવશેષો ભૂવૈજ્ઞાનિકોને ઘણા જ ઉપયોગી જણાયા છે. વળી જુદાજુદા દેશોની સ્તરરચના સમજવામાં અને તેમની સરખામણી કરવામાં પણ જીવાવશેષોની જ જરૂર પડે છે. એ રીતે પૃથ્વીના ભૂતકાળનો ગૂઢ ઇતિહાસ ઉકેલવા સારુ તે તે યુગનાં ખડકોમાંથી જીવાવશેષો શોધવાની આપણને ખાસ જરૂર પડે છે.

પ્રાણીકુલના અને વનસ્પતિકુલના અવશેષોની જાળવણી: દરેક પ્રાણીકુલના અથવા વનસ્પતિકુલના અવશેષો નિયમસર જળવાવા જ જોઇએ એવો કોઈ નિયમ નથી; પરંતુ મુખ્યત્વે કરીને જે વસ્તુઓ માટી નીચે સંજોગવશાત્ જલદી દબાઈ જઈને નષ્ટ થતી બચી જાય છે તેના જ અવશેષો સચવાઈ રહેવાનો સંભવ રહે છે. અને તે જ કારણથી જમીન પરના વનસ્પતિપ્રાણીકુલ જીવો કરતાં સમુદ્રના જીવોના અવશેષો વધારે સારી રીતે જળવાઇ રહે છે; કારણ કે સમુદ્રના તળમાં આપણે ઉપર જોયું એમ ચાલુ માટી, વગેરેનો સંગ્રહ થતો રહે છે. વળી, આજે છે તેમ પૃથ્વીના ભૂતકાળમાં પણ સમુદ્રનો વિસ્તાર જમીનના વિસ્તાર કરતાં વધારે બહોળો હશે એમ માનવામાં આવે છે અને તેથી જ જમીનના પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો કરતાં સમુદ્રના જીવાવશેષો વધારે પ્રમાણમાં આપણને જળવાયેલા માલૂમ પડી આવે છે.

કોઈ પણ જીવોના કઠણ અવયવો એનાં નરમ અવયવો કરતાં

વધારે સારા પ્રમાણમાં જળવાઈ રહે છે એ પણ સમજાય એવી વાત છે જોકે અપવાદરૂપે તો આપણને બન્ને જાતના અવશેષ મળી શકે છે. કોઈ વખતે પ્રાણી અથવા વનસ્પતિનાં આખાં શરીર અવશેષ તરીકે જળવાઈ રહે છે અથવા તો આખા શરીરનો સદંતર નાશ થઈ ગયો હોવા છતાં જે ખનિજમાં એ જીવ પડી રહ્યો હોય તેમાં તેની આકૃતિ રહી જાય છે.

આપણે ઉપર જોઈ ગયા એમ કોઈ પણ જીવ માટીદ્રવ્ય નીચે દબાઈ જતાં એના અવશેષો જળવાઈ રહે છે. સામાન્ય રીતે જમીન ઉપર મોટાં તળાવોનાં તળિયાંમાં માટીદ્રવ્યનો ચાલુ સંચય થતો હોવાથી સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો ત્યાં સારી રીતે જળવાઈ રહે છે. વળી પાણીવાળી કે ભેજવાળી જમીનમાં જ્યાં પુષ્કળ થીચ ઝાડીનો જમાવ થયો હોય છે તેમાં પણ પ્રાણીઓનું અચાનક મરણ થતાં તેના અવશેષો રહી જાય છે. નદીમાં ઘસડાઈ આવતા કાંપથી બનેલા નદીમુખ આગળના ત્રિકોણાકાર પ્રદેશમાં-એટલે મલદ્વીપમાં-પણ સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો જળવાઈ રહેવાના સંભવ છે. કેટલીક ગુફાઓમાં ચૂનાવાળા પાણીથી બંધાતાં ઊંધાં સ્તંભાકાર ખડકો પણ કેટલાક જીવાવશેષોનું રક્ષણ કરે છે.

જમીન કરતાં સમુદ્રનાં તળિયાંમાં જીવાવશેષોને જળવાવાનો વધારે સંભવ છે અને તેમાં પણ મુખ્યત્વે કરીને સમુદ્રના કિનારે વસતાં મજબૂત શરીરવાળાં પ્રાણીઓનું રક્ષણ કિનારા આગળ જ સારી રીતે થાય છે.

જીવાવશેષ પરથી મળતી ભૂતકાળની ભૂગોળને આળેખવા વિષેની માહિતી: જ્યાંજ્યાં આપણને સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો મળે છે ત્યાંત્યાં તે યુગસમયે સ્થળપ્રદેશ જ વિસ્તરેલો હોવો જોઈએ એમ માની શકાય. વળી, જો એ અવશેષો સામુદ્રિક જીવોના અવશેષો સાથે ભળેલા મળે છે તો આપણે એવું અનુમાન કરી શકીએ

કે જે પાષાણોમાં એ મળે છે તે પાષાણોનો ઉદ્ભવ સમુદ્રજલના સજળ સ્થળપ્રદેશની પણી નજદીકમાં થયો હશે. વળી કોઈ વખત ખડકનાં થરોમાં ઝાડનાં થડ જેમ મૂળિયાં સાથે ઊગ્યાં હશે તે ને તે જ અવસ્થામાં આજે પણ જોવામાં આવે છે. આથી જણાય છે કે તે કાળે એ પ્રદેશ ઘીચ જંગલવાળો હશે. વળી, એને જ મળતાં બીજ, ફૂલ, ફળ, પાંદડાં, વગેરેના અવશેષો તે યુગના સ્થળપ્રદેશનાં સૂચનો થઈ પડે છે. જૂના કાળનાં તળાવોનાં તળ બાંધનારાં ખડકોમાં જળવાયેલા અવશેષો પણ તે કાળના સ્થળપ્રદેશની સાક્ષી પૂરે છે.

જેમ સ્થળજન્ય પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો સ્થળપ્રદેશની સાક્ષી પૂરે છે તે જ પ્રમાણે સમુદ્રજન્યાવશેષો પણ સમુદ્રપ્રદેશનાં પ્રમાણ રજૂ કરે છે. પાણીથી પોતાઈને ઘસાયેલાં છીપશંખલા સાથે મળી આવતાં ગોળ, લીસી રેતી તથા કાંકરા સમુદ્રકિનારાની હદ દર્શાવે છે; જ્યારે ઘણા બારીક માટીદ્રવ્યમાં મળી આવતાં છીપશંખલા સમુદ્રના ઊંડાણમાં પાણી કોઈ કાળે ત્યાં હશે એમ સૂચવે છે. ઘણાં જ ઊંડાં, સ્વચ્છ, કોઈ પણ બહારના કાંપના ભેળ વિનાનાં સમુદ્રનાં પાણીનાં ચિહ્ન ચૂર્ણપાષાણનાં થરોમાં જડ્યાં છે.

આપણે પહેલા જ પ્રકરણમાં જોઈ ગયા છીએ કે વર્તમાન એ ભૂતકાળનો સંદેશવાહક છે. એ કથનનું તથ્ય ભૂસ્તરરચના સમજવામાં કેટલું બધું ઉપયોગી છે એ ઉપર જણાવેલાં તેમ જ નીચે આપેલાં દૃષ્ટાંતો ઉપરથી સ્પષ્ટ થશે. આજે આપણે જોઈએ છીએ કે વાઘસિંહજેવાં પશુઓ ગરમ પ્રદેશમાં જ જીવી શકે છે; જ્યારે સાઇબેરીઆનાં રીંછજેવાંને ઠંડા મુલકની હવા જ અનુકૂલ આવે છે. વનસ્પતિઓનું પણ તેમ જ છે અને એ જ પરિસ્થિતિ પૃથ્વીના દૂરના ઊંડાણેઊંડા ભૂતકાળમાં પણ રહી હશે એમ માનીએ તો તેમાં જરા પણ ભૂલભરેલું નથી. આ ઉપરથી સમજી શકાશે કે દરેક યુગનાં ખડકનાં થરોમાં મળતા પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો તે તે યુગની આબોહવાનું પણ યથાર્થ દર્શન કરાવે છે.

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચનાં સ્તરોમાંથી મળી આવતા જીવાવશેષોને તપાસતાં એક બાબત આપણું ધ્યાન ખેંચે છે તે એ છે કે સૌથી છેલ્લાં, નવાં બંધાયેલાં થરોમાંથી મળતા જીવાવશેષોને આજની પૃથ્વી ઉપર જીવતાં વનસ્પતિપ્રાણીકુલોની સાથે સરખાવતાં અતિશય સામ્ય દેખાય છે. પણ જેમજેમ આપણે જૂનાં થરોના જીવાવશેષો તપાસીશું તેમતેમ જણાશે કે આજે પૃથ્વીપૃષ્ઠ પર જીવી રહેલાં પ્રાણીવનસ્પતિકુલ એ જીવાવશેષો સાથે ધીમેધીમે ઓછું ને ઓછું સામ્ય બતાવે છે અને એ જીવોની જાત પણ ઓછી થતી જાય છે. ઘણા જૂના કાળમાં તો તેઓનું અસ્તિત્વ પણ જણાતું નથી. વળી, એ પણ માલૂમ પડ્યું છે કે અમુક વર્ગના પ્રાણીવનસ્પતિકુલના અવશેષો અમુક જ યુગનાં થરોમાં જણાયા છે; જ્યારે બીજા યુગોનાં થરોમાં એમનો વિનાશ થઇ ગયો છે અને એ વર્ગને સ્થાને કોઈ બીજા જ વર્ગો દેખાય છે.

ડાર્વિનનો ઉત્ક્રાન્તિવાદ : દુનિયાના બધા ભાગના જલકૃત પાષાણોમાંથી મળતા જીવાવશેષોનાં સૂક્ષ્મ અભ્યાસ અને તપાસ પછી એક બીજી એ વસ્તુ આપણું ધ્યાન ખેંચે છે કે વનસ્પતિકુલ ને પ્રાણીકુલ એ બન્નેમાં જીવોનો જીવનવિકાસ એકધારો નિયમસર ચાલ્યો આવ્યો છે અને એ નિયમ દુનિયાના દરેક ભાગનાં સ્તરોમાં જળવાયો છે. આફ્રિકા, યુરોપ, અમેરિકા અને એશીઆ (ઑસ્ટ્રેલેશીઆ)-માંનાં જૂનામાં જૂનાં થરમાં મળતા જીવાવશેષોમાં સામ્ય દેખાય છે અને એ જ વસ્તુસ્થિતિ દરેક યુગના જીવાવશેષોને માટે પણ ખરી છે એમ સાબિત થયું છે. આ હકીકત આપણને પૃથ્વીના પડની રચના સમઝવા માટે ઘણી જ ઉપયોગી થઈ પડે છે. મહાન વૈજ્ઞાનિક ડાર્વિનના ઉત્ક્રાન્તિવાદના નિયમને ધ્યાનમાં રાખીને જીવાવશેષોને તપાસતાં સહેલાઇથી સમઝી શકાશે કે પૃથ્વીના જન્મકાળ પછી જે જીવોએ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર પહેલવહેલું અસ્તિત્વ ધારણ કર્યું હતું તે જીવોના અવશેષો સૌથી જૂનાં ખડકોનાં થરમાં જ દટાયા હોવા જોઇએ, અને તે રીતે

જોતાં આપણાં ભૂસ્તરોની ગોઠવણીનો (જોકે તેમનું ખબારણ જુદાં-જુદાં દ્રવ્યોમાંથી બન્યું છે) ક્રમ ઘણી જ સહેલાઇથી સંભવે છે.

ભૌતિક અપક્ષય અને અપાવરણને લીધે પૃથ્વીના જુદાજુદા ભાગમાં જુદાજુદા યુગનાં ખડકો આપણને જોવા મળે છે. એ ઘણે ભાગે રેતીપાષાણ, માટીપાષાણ, ચૂર્ણપાષાણ અને એવાં બીજાં જલકૃત ખડકો જ છે અને તેમાંનાં સૌથી જૂનાં સૌથી નીચે, તેની ઉપર નવાં, તેની ઉપર વધારે નવાં એમ પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે ગોઠવાયાં હોય છે. આવી ગોઠવણુ જ એક આખા ભૂસ્તરક્રમ તરીકે ઓળખાય છે. આ રીતે આપણને નવાં ખડકોનાં પડ જૂનાં ખડકોનાં પડ ઉપર ગોઠવાયેલાં મળે છે, પરંતુ પૃથ્વીના જે ભાગના પડમાં કાંઇક ઉથલ-પાથલ થઇ હોય છે ત્યાં એ ક્રમ ઉલટાઇ જવાના સંભવ છે.

જીવાવશેષોના આધારે બાહ્ય કવચના જુદાજુદા સ્તરવિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે. અમુક પડોની અંદર ફક્ત એક જ જાતના જીવાવશેષો વધારે પ્રમાણમાં દેખાય છે. એ બધાં પડોને અથવા સ્તરોને એક સ્તરખંડ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે અને તેને જીવાવશેષોના નામથી જ એ સ્તરખંડ નિર્દેશાય છે. દૃષ્ટાંત તરીકે, બે કે બેથી વધારે એવા સ્તરખંડમાં એક જ પ્રકારના જીવાવશેષ મળે છે તેને સ્તર કહેવામાં આવે છે. બે અથવા બેથી વધારે સ્તરો એક સ્તરશ્રેણીને જન્મ આપે છે. ઘણી સ્તરશ્રેણી ભેગી થતાં એક સ્તરસંઘાત પેદા થાય છે અને સ્તરસંઘાતના ઘણા ભાગો ભેગા મળતાં એક સ્તર-વ્યૂહ ઊભો થાય છે. ઉપર જણાવેલા ભૂસ્તરક્રમના પણ જુદાજુદા સ્તરવ્યૂહ કરવામાં આવ્યા છે.

પ્રાણીકુલજીવાવશેષોના બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છેઃ (૧) કરોડવાળાં, અને (૨) કરોડવિનાનાં પ્રાણીઓ. માછલી, ભૂજલચર પ્રાણી, પેટે ચાલનારાં પ્રાણી, અને સ્તન પ્રાણીઓને પહેલા વર્ગમાં મૂકી શકાય. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં કરોડવાળાં પ્રાણીઓમાં. માછલી-

એાએ સમુદ્ર અને નદીઓનાં પાણીમાં પહેલો જન્મ લીધો હતો. એ વખતે તો એક પણ ભૂચર અસ્તિત્વમાં નહોતું. ડેવોનિયનવ્યૂહમાં માછલીની ઉત્ક્રાન્તિ પછી ભૂજલચરનો વિકાસ થયો. તે પછી પેટે ચાલતાં ડાઇનોસુર જેવાં પ્રાણી પર્મિયનવ્યૂહમાં નજરે પડે છે અને જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં તેમ આપણે એનો વિનાશ પણ જોઈએ છીએ. જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં પક્ષીઓનો ઉદ્ભવ ડાઇનોસુરમાંથી જ થયો હોય એમ જણાય છે. મેસોઝોઇકકાળમાં સસ્તન પ્રાણીઓ ઘણા જ થોડા પ્રમાણમાં અસ્તિત્વ ધરાવતાં હતાં. પરંતુ કેઇનોઝોઈકકાળમાં એનો વિકાસ વધતાં પૃથ્વીના દરેક ભાગમાં પેટે ચાલતાં પ્રાણીઓની જગા સસ્તન પ્રાણીઓએ લીધી. આ જ વખતથી માંડીને ઘોડા, ઊંટ, હાથી, વગેરે, પશુઓની આજપર્યંતની ઉત્ક્રાન્તિની શરૂઆત થઈ હશે એમ માનવામાં આવે છે. મનુષ્યજાતિનું આગમન પૃથ્વી પર તો લગભગ કેઇનોઝોઇકકાળના અંતમાં થયું હોવાનો સંભવ છે.

કરોડવિનાનાં પ્રાણી : દરેક વ્યૂહમાં કરોડવાળાં કરતાં કરોડવિનાનાં પ્રાણીઓના અવશેષો આપણને ઘણા જોવા મળે છે. એ બધા અવશેષોને જુદાજુદા નવ વર્ગમાં મૂકી દેવામાં આવ્યા છે. આપણે હવે ટૂંકામાં એ નવ વર્ગોને સૌથી છેક આરમ્ભની અનુત્ક્રાન્ત દશાથી માંડીને ઘણી જ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલાં પ્રાણીઓની શરીરરચના જોઇશું :

(૧) પ્રોટોઝોઆ : ઘણાં જ નાનાં પ્રાણી કાંઈ પણ શરીરરચના ધારણ કર્યા વિના ફક્ત એક જ કોષનાં બનેલાં હોય છે. એના ઉપવર્ગમાં ગણાતાં ફોરેમીનીફરાનાં હાડપંજર ચૂનાનાં બનેલાં હોય છે અને ગોળ પિંડનો આકાર ધારણ કરે છે જુઓ **આકૃતિ ૧૦.** પૃથ્વીનાં ઘણાં ચૂનાનાં થરોમાં એના અવશેષો જોવામાં આવે છે.

(૨) સ્પોંજિસ : પોરીફરાવર્ગનો આ ઉપવર્ગ છે. આની શરીરરચનામાં પ્રોટોઝોઆ કરતાં એટલો જ ભેદ હોય છે કે એના શરીર-

મા એક કરતાં વધુ કોશ જોવામાં આવે છે. અંદરના સખ્ત ભાગો ચિત્રમાં બતાવવામાં આવ્યા છે તેવા હોય છે જુઓ આકૃતિ ૧૧..



આકૃતિ ૧૧

આકૃતિ ૧૦

ગ્લોબિજરિના સ્પૉન્જિસના સખ્ત ભાગો

મોટે ભાગે એમાં ચૂનાનું જ તત્વ હોય છે ખાસ કરીને ક્રિટેશિયસવ્યૂહના ચૂર્ણપાષાણમાં એના અવશેષો જોવા મળે છે.

(૩) કોરલ (પરવાળાં) : સીલેનટરાના વર્ગનો આ ઉપવર્ગ છે એનું શરીર કોથળીજેવું રહે છે ને એને એક બાજુ મો અને બીજી બાજુએ સ્પર્શ દોરા હોય છે જુઓ આ ૧૨





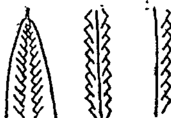
આકૃતિ ૧૨ અ આકૃતિ ૧૨ બ



કોરલ (પરવાળાં) ત્રણ જુદી જાતનાં અ.ઝેફ્રેટીસ;બ લીથોસટ્રોશન; ક. આજના સમુદ્રમાં મળતાં કોરલ (સીઍનિમોન)

એ પણ પાણીમાંથી ચૂનાના તત્ત્વને પોતાના શરીરની અંદર ખેંચે છે. જનક્ષીતાં પરવાળાંનાં ખડકોનું બંધારણ પરવાળાંના મૃતદેહમાંથી જ બધાય છે. સિલુરિયન, કાર્બોનિફેરસ અને જ્યુરાસિકવ્યૂહોમાં પ્રવાલ પુષ્કળ મળે છે અને ટરશિયરીકાળમાં લગભગ નહીં જેવાં જ જણાય છે.

(૩ અ) ગ્રેપ્ટોલાઇટ : આ પણ સીલેનટરાના વર્ગનો જ એક ભાગ છે. ઘણા જ ઝીણા જીવો, શંકુ આકારના, જુદાજુદા પ્યાલા જેવા કાંટાવાળા દ્રવ્યના બનેલા જણાયા છે. જુદીજુદી જાતના ગ્રેપ્ટોલાઈટમાં જુદીજુદી જાતની ગોઠવણી માલમ પડે છે જુઓ આકૃતિ ૧૩.



આકૃતિ ૧૩ અ ક બ

આકૃતિ ૧૩ ગ્રેપ્ટોલાઇટ: અ. ડાઇડીમોગ્રેપ્ટસ; બ. મોનોગ્રેપ્ટસ; ક.ડિપ્લોગ્રેપ્ટસ

નીચલા પેલીઓઝોઈકકાળમાં એનો ઉદ્ભવ થયો છે. એમ જણાય છે અને સિલુરિયનવ્યૂહમાં તો એનો વિનાશ પણ થઇ ગયો જણાય-છે.

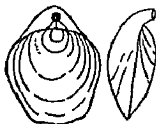
(૪) સીઅર્ચિન અને ક્રિનોઈડ : બન્ને એકીનોડરમા નામના વર્ગના ઉપવર્ગો છે. સીઅર્ચિનનું હાડપંજર ગોળાકાર હોય છે અને તે પાંચ દિશામાં ગોઠવાયેલી જુદીજુદી ચૂનાનો દ્રવ્યની ચપટી પતરીઓનું

બનેલું હોય છે જુઓ આકૃતિ ૧૪. કેટલાંક સીઅચિંનો હૃદયના આકારનાં પણ જણાયાં છે જુઓ આકૃતિ ૧૫. પેલીઓઝોઈકકાળમાં એ પુષ્કળ મળે છે.



આકૃતિ ૧૪, ૧૫
માઈક્રેસ્ટર-હૃદયાકારનું સીઅચીંન

(૫) બ્રેકિયોપોડા : ઉપર જણાવેલા કોઇ પણ જીવમાં કવચ જણાયું નહોતું. બ્રેકિયોપોડામાં આપણને એ કવચ અથવા કોચલાં મળે છે અને તે ડાબાં અને જમણાં કોચલાં તરીકે ઓળખાય છે. નરમાદાની માફક ઝીણા દાંતથી એ જોડાયલાં હોય છે. બન્ને કવચો સમપ્રમાણ જણાય છે છતાં બન્નેનાં માપ સરખાં નથી હોતાં. કવચ સમપ્રમાણ છે એટલે એને આપણી તરફ રાખીને જોતાં ને એની આરપાર એક સીધી લીટી દોરવામાં આવતાં એ કવચ લીટીની બન્ને બાજુ સરખા ભાગમાં વિભક્ત થાય છે જુઓ આકૃતિ ૧૬. બ્રેકિયો-



આકૃતિ ૧૬
બ્રેકિયોપોડા—ટેરીબ્રેટ્યૂલા

પોડાનાં બે કવચમાંના મોટા કવચની ટોચ ઉપર ઘણી વખત એક છિદ્ર જોવામાં આવે છે. તેની અંદર રહેલો માંસનો ભાગ જીવને કવચ સાથે સહેલાઇથી વળગી રહેવામાં મદદ કરે છે. ભિન્નભિન્ન પ્રકારના બ્રેકિયોપોડાના કવચનાં માપ અને આકાર પણ ભિન્નભિન્ન હોય છે અને તે મોટે ભાગે ચૂનાના દ્રવ્યનાં બનેલાં હોય છે. પૅલીઓઝોઇકકાલથી માંડીને આજ સુધીના દરેક વ્યૂહમાં તે મળે છે પણ કેઇનોઝોઇકકાલથી એનો ઉચ્છેદ થતો રહ્યો છે.

(૬) લૅમેલીબ્રૅંકિયા : મોલ્યુસ્કા નામના વર્ગનો એ ઉપવર્ગ છે અને બ્રેકિયોપોડાની માફક એને પણ બે કવચ હોય છે અને નર-માદાની માફક ઝીણીઝીણી દંતૂડિયોથી એ જોડાયેલાં હોય છે. બ્રેકિયોપોડા અને લૅમેલીબ્રાંક વચ્ચે ખાસ તફાવત એ માલૂમ પડયો છે કે લૅમેલીબ્રાંકનાં કવચ બ્રેકિયોપોડાની માફક સમપ્રમાણ નથી જુઓ આકૃતિ ૧૭, છતાં બંને કવચનાં માપ સરખાં છે જુઓ આકૃતિ ૧૮. અર્વાચીન કાળમાં પણ લૅમેલીબ્રાંક આપણને સમુદ્રના પાણીમાં



આકૃતિ ૧૭, ૧૮
લૅમેલીબ્રૅંકિયા–ટ્રાઇગોનિયા

અથવા મીઠા પાણીમાં મળી શકે છે. જો કે પૅલીઓઝોઇકકાલથી એ જીવોની શરૂઆત થઇ હતી તો પણ કેઇનોઝોઇકકાળમાં જ એ તે મોટા પ્રમાણમાં મળી આવ્યાં છે.

(૬ અ) ગૅસ્ટેરોપોડા : એ પણ મોલ્યુસ્કાનો જ ઉપવર્ગ છે; પરંતુ એનું બંધારણ એક જ કવચમાંથી થયેલું છે, અને તે મોટે ભાગે

શંકુ આકારના અને પેચજેવા વિંટનાનું બન્યું હોય છે જુઓ આકૃતિ ૧૯. મુખ્યત્વે કરીને સમુદ્રજળમાં જ એનો નિવાસ છે.

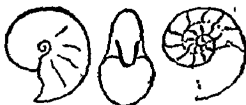


આકૃતિ ૧૯
ગૅસ્ટ્રોપોડા

પૅલીઓઝોઇકકાળથી માંડીને શરૂઆત થતાં કેઇનોઝોઇકકાળમાં એનું પ્રમાણ એકદમ વધે છે.

(૬ બ) નૉટિલસ : મોલ્યુસ્કાનો આ ઉપવર્ગ પણ ગૅસ્ટ્રોપોડાની માફક પેચના જેવા શંકુ આકારના કવચનો બનેલો છે, પણ પેચની માફક સળિયો ન હોતાં ઘડિયાળની કમાનના જેવો ચપટો હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૦. હાલમાં જીવતું એ પ્રકારનું નૉટિલસ હજી પણ આપણને

આકૃતિ ૨૦ અ બ ક

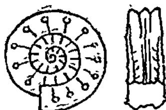


નૉટિલસનું કવચ અ. બાજુથી જોતાં, બ. સામેથી જોતાં, અર્ધું કાપ્યા પછી

જોવા મળે છે અને સીફાલોપોડાના વર્ગનું એ જ પ્રતિનિધિરૂપ રહ્યું છે. એના કવચના અંદરના ભાગમાં લગભગ ત્રીસ નાનાનાના ભાગ નજરે પડે છે અને છેક છેલ્લા ભાગમાં જીવ રહે છે." એ કવચના

ખંડમાં દરેક ભાગને જોડતી એક નળી હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૦. નૉટિલસ આપણને ખાસ કરીને જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં જોવા મળે છે.

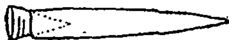
ઍમૉનાઈટ: એ પણ સીફાલૉપોડાનો ઉપવર્ગ છે અને નૉટિલસની સાથે અતિશય સામ્ય દેખાડે છે. બન્નેમાં ફેર એટલો જ છે કે નૉટિલસનું કવચ તદ્દન સપાટ અને લીસું હોય છે; જ્યારે ઍમૉનાઈટનું કવચ જુદાજુદા આકારના ખાડાટેકરાઓ અને ઝીણી નાની ગોળ ગ્રન્થિઓથી મઢાયેલું હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૧. મેસોઝોઇકકાલના



આકૃતિ ૨૧
આકૃતિ ૨૧ ઍમૉનાઈટ

એ ખાસ પ્રતિનિધિ છે અને વધારે પ્રમાણમાં જ્યુરાસિકવ્યૂહમાં જડે છે. ક્રીટેશિયસવ્યૂહમાં એનો વિનાશ જોઈએ છીએ.

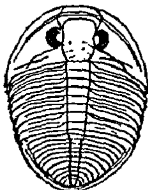
બેલેમનાઈટ : સીફાલોપોડાવર્ગનો જ આ ઉપવર્ગ છે. એનો આકાર ઉપર જોયેલાં નૉટિલસ અને ઍમૉનાઈટ કરતાં તદ્દન જુદો જ લાગે છે. લગભગ તંબાકુના પાંદડાની જાડી લાંબી બીડી–સીગાર–ના જેવો જ એનો આકાર છે અને રક્ષક તરીકે ઓળખાતું બહારનું કવચ એના અંદરના ઉપભાગવાળા કવચનું રક્ષણ કરે છે જુઓ, આકૃતિ ૨૨. ફક્ત મેસોઝોઇકકાળમાં એ દેખા દે છે અને ક્રીટેશિયસ-



આકૃતિ ૨૨ બેલેમનાઈટ

વ્યૂહમાં અદૃશ્ય થઈ જાય છે.

ટ્રાઇલોબાઇટ : આર્થ્રોપોડા-ક્રસ્ટેશિયા નામના વર્ગના ઉપવર્ગનું આ પ્રાણી ઘણીજ અનુત્ક્રાન્ત દશામાં હોવાનું મનાય છે. હાલના કાચબાની માફક એનું બહારનું કવચ ઘણું જ સખ્ત જણાયું છે. એનું ચપટું શરીર જુદાજુદા ભાગોનું બનેલું હોય છે અને ઉપરના માથાવાળા ભાગમાં બે આંખો દેખાય છે જુઓ **આકૃતિ ૨૩.**



આકૃતિ ૨૩

ટ્રાઇલોબાઇટ—ઓર્જીજિયા

પેલીઓઝોઇકકાલની શરૂઆતમા જ એનો વિકાસ થયો હતો અને મેસોઝોઇકકાલમાં તો એ સદંતર નિર્વંશ થયેલાં જણાય છે.

વનસ્પતિકુલ અવશેષો : જે પ્રમાણે આપણે ઉપર પ્રાણીકુલ અવશેષોની નોંધ લીધી તે જ પ્રમાણે હવે વનસ્પતિકુલ અવશેષોને તપાસીશું. વનસ્પતિકુલ અવશેષોની વહેંચણી બે ભાગમાં કરવામાં આવી છે. (૧) ફૂલવિનાના અને (૨) ફૂલવાળા.

ફૂલવિનાના વનસ્પતિકુલમાં નીચેના ખાસ મહત્વની **પ્રકાર-આલગી:** તદન પ્રાથમિક દશાની વનસ્પતિ—જે સમુદ્રજલમાં અથવા મીઠા પાણીમા ઊગે છે તે. કોઇકોઇ જાત ચૂનાના દ્રવ્યને પોતામાં ખેંચી

પોતાની આસપાસ સખ્ત કવચ જેવું બનાવે છે. એ જ સખ્ત ભાગો આપણને અવશેષ તરીકે જેવા મળે છે.

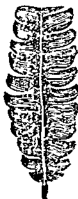
ઇક્વિસિટસ : ઘોડાની પૂંછડીના આકાર અને દેખાવની જુઓ આકૃતિ ૨૪. આ વનસ્પતિનાં થડ સિલિકાદ્રવ્યોનાં બનેલાં હોય છે અને



આકૃતિ ૨૪
ઇક્વિસિટસ

એ સખ્ત ભાગો અવશેષ તરીકે સારી રીતે જળવાઇ રહે છે. એની સાથે ઘણું જ સામ્ય બતાવતી વનસ્પતિઓના અવશેષ ઓલ્ડ રેડ સેંડસ્ટોન, કાર્બોનિફેરસ અને પર્મિયનવ્યૂહોનાં ખડકનાં થરમાં મળે છે.

લાઇકોપોડા : લગભગ શેવાળજેવા નાના છોડવાઓ પાંદડાવાળી ડાળીઓ સાથે સંજોગવશાત મોટાં ઝાડ જેવા ઊગી નીકળે છે. એની ડાળીઓના અવશેષો સારી રીતે જળવાઇ રહ્યા છે. ફૂલવાળી વનસ્પતિમાં નીચેના ગણાવી શકાય :



આકૃતિ ૨૫
સાઇકાડ

સાઇકાડ : આ નાના ઘાટના છોડવા નારીએળીને મળતા દેખાય છે. એનાં પાંદડાં ઘણાં જ સખ્ત અને ચામડાજેવાં હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૫.

કોનિફર : એનાં-કઠણ પાંદડાં અને બીજ ઘણી વખત અવશેષ તરીકે જળવાયેલાં મળી આવે છે જુઓ આકૃતિ ૧૬. વળી કોઈ



આકૃતિ ૨૬

આકૃતિ ૨૬, કોનિફર (વૉલશિયા)

વખત એના થડ પણ અવશેષ તરીકે મળે છે. પાણીમાં ઊગતી અને પ્રાણીઓનો ખોરાક બની રહેતી થોડીઘણી લીલ નામની વનસ્પતિને બાદ કરતાં કોઈ પણ વનસ્પતિ પેલીઓઝોઇકકાળની શરૂઆતમાં અસ્તિત્વ ધરાવતી ન હોતી. એ કાળે જમીન ઉપર તો વનસ્પતિનો સર્વ રીતે અભાવ હતો. સ્થળપ્રદેશ ઉપર વનસ્પતિએ ડેવોનિયન અને કાર્બોનિફેરસવ્યૂહમાં પહેલવહેલો દેખાવ દીધો. ખાસ નોંધવાની વાત એ છે કે લગભગ એ જ કાળે પહેલવહેલાં ભૂચરોનો પણ જન્મ થયો. કાર્બોનિફેરસવ્યૂહના જંગલોની વનસ્પતિ આજનાં જંગલોની વનસ્પતિ કરતાં તદ્દન જુદા જ પ્રકારની હતી અને આજે તો એ લગભગ નિર્વંશ થઇ ગઈ છે અથવા તો ક્યાંક ઘણી જ અવિકસિત દશામાં છોડવારૂપે રહેલી છે. ફૂલવાળી વનસ્પતિ લગભગ મેસોઝોઈકકાલમાં આપણને મળે છે, જ્યારે પહોળાં પાંદડાંની લગભગ અર્વાચીન કાળની વનસ્પતિ સાથે સામ્ય દેખાડતી વનસ્પતિનો ઉદ્‌ભવ અને વિકાસ ક્રિટેશિયસવ્યૂહમાં થયેલો માલૂમ પડે છે.

પ્રકરણ ૭

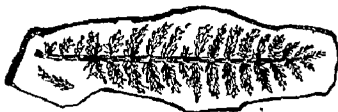
પૃથ્વીની ઉત્પત્તિ અને ઉત્ક્રાન્તિ

પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચઃ ભૂપૃષ્ઠ પર ચાલી રહેલા ફેરફારો મુખ્યત્વે કરીને સૂર્યની કાર્યસાધક શક્તિને આભારી છે. આપણી પૃથ્વીના ગર્ભમાં પણ ઘણાં જ ઉષ્ણ અને પ્રવાહી રૂપનાં કાર્યસાધક તત્ત્વોનો બહોળો જથ્થો પડયો છે એ તો હવે તદન જાણીતી વાત છે; જ્યારે પૃથ્વીનો બહારનો ભાગ—પૃથ્વીનો પોપડો—પૃથ્વીના ગર્ભમાં રહેલા પ્રવાહી અંશની સાથે સરખાવતાં ઘણુ જ નાના, પાતળા ને નક્કર પોપડાનું બન્યું છે ને એને આપણે બાહ્ય કવચ તરીકે ઓળખીએ છીએ. આ બાહ્ય કવચ સમુદ્રજલનો પણ સંચય કરી રાખે છે.

પૃથ્વીના ગાઢ ઊંડાણમાં શુંશું પડેલું છે એ જાણવા સારુ કાળા માથાનો માનવી હજી સમર્થ થયો નથી. બહુબહુ તો ચાર, પાંચ માઇલના ઊંડાણમાં એ પ્રવેશ કરી શકે છે અને ત્યાંથી મળતી થોડીઘણી માહિતીઓ મેળવીને તેનો પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી બહાર નીકળતા દ્રવ્ય સાથે સમન્વય સાધી પૃથ્વીના અંતર્ગર્ભમાં શુંશું પડયું છે તેની સમજૂતી આપવા એ મથે છે. આ પ્રમાણે મળેલાં પ્રમાણોને આધારે પૃથ્વીના પેટાળમાંની જે કેટલીક વિગતો આપણને જાણવા મળે છે એ વિગતો નીચે પ્રમાણે છે:

પૃથ્વીના ગર્ભમાંની ગરમી: (૧) પૃથ્વીના કોઇ પણ ભાગમાં જેમજેમ આપણે ઊંડા ને ઊંડા જતા જઇએ છીએ તેમતેમ તેનું ઉષ્મામાન વધતું જાય છે. દરેક ૬૪ ફૂટના અંતરે ઉષ્મામાન ૧° ફેરનહાઇટ જેટલું વધે છે. આ રીતે જોતાં એમ માનવામાં આવે છે કે વધારે ઊંડા જતાં ઉષ્મામાન એટલું બધું તો વધી જતું હોવું જોઇએ કે કોઇ પણ વસ્તુ ભૂપૃષ્ઠ પરના હવાના દબાણમાં તેથી ઓગળી જઈ શકે. આ બતાવે છે કે પૃથ્વીના ઊંડાણમાં ઘણી જ ઉષ્ણતા રહેલી

કોનિફર : એનાં-કઠણ પાંદડાં અને બીજ ઘણી વખત અવશેષ તરીકે જળવાયેલાં મળી આવે છે જુઓ આકૃતિ ૨૬. વળી કોઈ

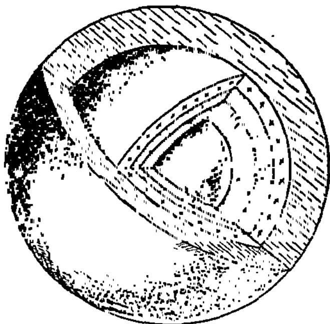


આકૃતિ ૨૬

આકૃતિ ૨૬, કોનિફર (વૉલશિયા)

વખત એનાં થડ પણ અવશેષ તરીકે મળે છે. પાણીમાં ઊગતી અને પ્રાણીઓનો ખોરાક બની રહેતી થોડીઘણી લીલ નામની વનસ્પતિને બાદ કરતાં કોઈ પણ વનસ્પતિ પેલીઓઝોઇકકાલની શરૂઆતમાં અસ્તિત્વ ધરાવતી ન હોતી. એ કાળે જમીન ઉપર તો વનસ્પતિનો સર્વ રીતે અભાવ હતો. સ્થળપ્રદેશ ઉપર વનસ્પતિએ ડેવોનિયન અને કાર્બોનિફેરસવ્યૂહમાં પહેલવહેલો દેખાવ દીધો. ખાસ નોંધવાની વાત એ છે કે લગભગ એ જ કાળે પહેલવહેલાં ભૂચરોનો પણ જન્મ થયો. કાર્બોનિફેરસવ્યૂહનાં જંગલોની વનસ્પતિ આજનાં જંગલોની વનસ્પતિ કરતાં તદન જુદા જ પ્રકારની હતી અને આજે તો એ લગભગ નિર્વંશ થઇ ગઈ છે અથવા તો કયાંક ઘણી જ અવિકસિત દશામાં છોડવારૂપે રહેલી છે. ફૂલવાળી વનસ્પતિ લગભગ મેસોઝોઇકકાલમા આપણને મળે છે; જ્યારે પહોળાં પાંદડાંની લગભગ અર્વાચીન કાળની વનસ્પતિ સાથે સામ્ય દેખાડતી વનસ્પતિનો ઉદ્ભવ અને વિકાસ ક્રિટેશિયસવ્યૂહમાં થયેલો માલૂમ પડે છે.

ધીમે ઠંડી પડતી પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ વધારે અને વધારે જાડું થતું જાય છે; જ્યારે એની નીચેનું પડ વાયુરૂપમાંથી પ્રવાહી રૂપમાં ફેરવાતું જાય છે એમ માને છે. બાહ્ય કવચની જાડાઇનું માપ આગળના વખતમાં લગભગ ૨૫ માઇલનું અડસટવામાં આવતું હતું, પરંતુ હાલમાં ભૂકંપના આધારે થયેલાં સંશોધનથી એની જાડાઇ લગભગ ૭૦૦ માઇલ જેટલી હોવાનું કહેવાય છે. હાલના વૈજ્ઞાનિકોના મતાનુસાર પૃથ્વીના ગર્ભની રચના નીચે પ્રમાણે હોવાનું મનાય છેઃ બાહ્ય કવચ જુદાંજુદાં પડોનું બન્યું છે. તેની નીચે બહારના સિલિકેટનું પડ અને અંદરના સિલિકેટનું પડ આવ્યું છે. વળી તેની નીચે લોખંડના મિશ્રણવાળું સિલિકેટનું પડ છે જુઓ આકૃતિ ૨૭. ગર્ભના કેન્દ્રભાગમાં તો



આકૃતિ ૨૭ પૃથ્વીની ગર્ભરચના બતાવતું કાલ્પનિક ચિત્ર.

ભૂ. મૂ. ૪.

નિકલ અને લોખંડનું જ મિશ્રણ પ્રસરેલું છે. એમનું માનવું એવું છે કે અંદરનું ઉષ્મામાન ઘણું વધારે હોવા છતાં પણ અંદરનું દ્રવ્ય લગભગ ઘન રૂપમાં જ રહ્યું છે; કારણ કે અંદર જતાં ઉપરનું દબાણ એકદમ વધી જાય છે. કોઈક સંજોગોમાં જો આ દબાણનું પ્રમાણ ઘણું ઘટી જાય તો અંદર રહેલું દ્રવ્ય પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરે છે. વળી, અંદરની ગરમી પણ ધીમેધીમે બહાર આવે છે અને વાતાવરણમાં અદૃશ્ય થાય છે. આ રીતે જોતાં એવી માન્યતા બંધાઈ હતી કે આપણી પૃથ્વી ધીમેધીમે ઠંડી થતી જાય છે, પરંતુ પૃથ્વીના આન્તર ગર્ભમાં રહેલા રેડિયમ નામના તત્ત્વની થયેલી શોધ ઉપરથી આ માન્યતા તૂટતી જાય છે; કારણ કે રેડિયમતત્ત્વમાંથી નવી ગરમીનો ઉદ્ભવ થતો જણાયો છે અને તે પૃથ્વીનું ઉષ્મામાન જાળવી રાખે એવો સંભવ છે.

સમવિનિમયનો સિદ્ધાંત : આપણે આગલાં પ્રકરણોમાં જોઈ ગયા કે સૂર્યની કાર્યસાધક શક્તિને લીધે પૃથ્વીની સપાટી ઉપર મહત્ત્વના ફેરફારો થયા કરે છે. તે જ પ્રમાણે પૃથ્વીની અંદર રહેલા કાર્યસાધક તત્ત્વને લીધે પણ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં ફેરફારો થાય છે. આને હવે આપણે તપાસીશું. આપણે જોઈ ગયા છીએ તેમ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર વહેતાં પાણી અને એવાં બીજા નૈસર્ગિક બળોને લઈને ભૂપૃષ્ઠ નીચું અને નીચું થતું જાય છે અને સમુદ્રનું તળિયું આ બધાં ઘસડાઈ આવતાં દ્રવ્યોના સંચયથી ઊંચે અને ઊંચે આવે છે અને જો આ વસ્તુસ્થિતિ ચાલુ રહે તો જમીન, ભૂપૃષ્ઠ ઘસાઈઘસાઈને લગભગ સમુદ્રપૃષ્ઠની નીચાઈએ પહોંચી જાય અને સમુદ્રો એકદમ છીછરા બની જાય. પૃથ્વીના ઇતિહાસમાં આવું તો કેટલી યે વખત બન્યું છે, પરંતુ પૃથ્વીના ગર્ભમાં ચાલી રહેલી ક્રિયાઓને અંગે નીચી થયેલી જમીન પાછી ઊંચે ઊપસી આવે છે અને

ભૌતિક બળો વળી ફરીથી પોતાનું કાર્ય શરૂ કરે છે. સમુદ્રતલ ઉપર સપણું માટીદ્રવ્ય એકઠું થાય છે તે ઉપરના દબાણને લઈને ધીમે-ધીમે નીચે જતું રહે છે અને કેટલાયે માઈલ ઊંડાં જલકૃત ખડકોનો જન્મ આપે છે. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચની આ ઉપરનીચે થવાની ક્રિયા **સમવિનિમય**ના નામથી જાણીતી છે. સમુદ્રમાં બંધાતાં ખડકોનાં જાડાં થરોમાંથી મોટા પર્વતો સમુદ્રતલના ઉપર આવવાથી ઊભા થવાના સંભવો રહે છે. હિમાલયની ગિરિમાલા પણ આવા જલકૃત ખડકોનાં થરોમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી છે. હિંદમાં પણ જમીન ઊંચી-નીચી થવાના દાખલા મોજુદ છે. મુંબઈબેટમાં પ્રિન્સેસ ડૉક આગળના સમુદ્રકિનારે મળતાં એમ ને એમ ઊભેલાં ઝાડોનાં થડ એ ભાગની-જમીન નીચે ગયાની સાક્ષી પૂરે છે. કાઠિયાવાડના પશ્ચિમ કિનારા પર ઘણી ઊંચાઈએ મળતા સામુદ્રિક જીવોની ને છીપોના અવશેષોની મદદથી સમજી શકાય છે કે એ ભાગની જમીન ધીમે-ધીમે ઊંચી થતી જાય છે. કચ્છનો રણપ્રદેશ ઐતિહાસિક કાળમાં ઊંચોનીચો થયા કર્યો છે એ તો બહુ જ જાણીતી વાત છે.

ભૂકંપ અને તેનાં કારણો : જે ભૂપૃષ્ઠ ઉપર આપણે રહીએ છીએ એ જેટલું સ્થિર દેખાય છે તેટલું સ્થિર નથી. પરંતુ એમાં પણ ઘણા જ ધીમા ભૂકંપો થયા જ કરે છે એ હવે ભૂકમ્પમાપન યંત્રની મદદથી ઘણી જ સહેલાઈથી જાણી શકાય છે. આ ધીમા ભૂકંપો કોઈક વખતે ઘણા જ પ્રચંડ ભૂકંપમાં પણ પરિણમે છે અને માણસ, મકાન, વગેરેના નાશનું કારણ બને છે. ભૂકંપો શાને લઈને શકય બને છે એ હજી નક્કી જણાયું નથી. પરંતુ જે થોડાં-ઘણાં કારણો અત્યારસુધીમાં જણ્યાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે : ઘણા જ પ્રચંડ ભૂકંપો પૃથ્વીના ગર્ભમાં ચાલી રહેલા સંક્ષોભોને લીધે થયેલા છે એમ માનવામાં આવે છે. કોઈક વખતે જ્વાલા-મુખીમાંથી નીકળતા લાવારસ અને પાણી વરાળરૂપે અતિશય જોરથી ઉપર આવવા મથતાં આજુબાજુની જમીનને હચમચાવી મૂકે છે,

તો કોઇ વખતે જમીનનો પોપડો તૂટી જતાં તે ભાગની જમીન ઉપરતળે થઇને ભૂકંપનું કારણ બને છે. વાયુદબાણ અને ઉષ્મામાનમાં થતા ફેરફારો પણ કેટલીક વખત ધીમા આંચકાઓનાં કારણરૂપ બને છે એમ માનવામાં આવે છે.

પ્રકરણ ૮

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં મુખ્ય ખનિજોનું ટૂંકું વર્ણન

બાહ્ય કવચમાં મળતાં મુખ્ય રાસાયનિક તત્ત્વો : પૃથ્વીનું જે બાહ્ય કવચ મુખ્યત્વે કરીને જલકૃત ખડકોનું બન્યું છે તે કવચમાં મળતાં ખનિજો અને ખડકો હવે આપણું ખાસ ધ્યાન ખેંચે છે. ખનિજ અને ખડકોને તપાસતા પહેલાં એમાં મળતાં રાસાયનિક તત્ત્વો કયાં કયાં છે અને કેટલા પ્રમાણમાં પ્રસરેલાં છે તે નીચેના કોઠા પરથી માલૂમ પડશે. જોકે આજસુધીમાં લગભગ ૯૨ મૂળતત્ત્વો શોધાયાં છે, પરંતુ ખડકના નિર્માણમાં તો નીચેનાં ૧૭ (સત્તર) તત્ત્વો જ ખાસ ભાગ ભજવતાં જણાયાં છે:

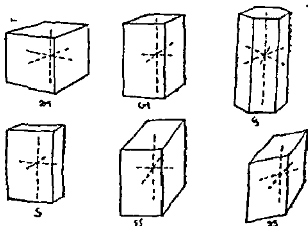
તત્ત્વનું નામ	બાહ્ય કવચમાં એનું પ્રમાણ	તત્ત્વનું નામ	બાહ્ય કવચમાં એનું પ્રમાણ
ઑક્સિજન	૪૭.૨૯	ટાઇટૅનિયમ	૦.૩૩
સિલિકૉન	૨૭.૨૦	કાર્બન	૦.૨૨
ઍલ્યુમિનિયમ	૭.૮૧	હાઇડ્રોજન	૦.૨૧
લોખંડ	૫.૪૬	ફૉસ્ફરસ	૦.૧૦

કૅલ્સિયમ	૩.૭૭	મૅંગેનીઝ	૦.૦૮
મૅગ્નેશિયમ	૨.૬૮	સલ્ફર	૦.૦૩
પોટૅશિયમ	૨.૪૦	બેરિયમ	૦.૦૩
સોડિયમ	૨.૩૬	ફ્લોરીન	૦.૦૨
		ક્લોરીન	૦.૦૧
			૧૦૦.૦૦

કેટલાંક તત્ત્વો તદ્દન સ્વતંત્ર, કોઈ પણ બીજાં તત્ત્વો સાથે ભેળાયા વિનાનાં મળે છે. પરંતુ ખાસ કરીને તો ઘણો મોટો ભાગ ઑક્સિજન, સલ્ફર, ક્લોરીન, વગેરે, સાથે જોડાઈને સંકીર્ણ રૂપ ધારણ કરે છે, અને એને આપણે ખનિજ રૂપમાં પછીથી જોઈએ છીએ. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં એવા ઘણી જાતનાં ખનિજો આપણને મળે છે. એમાંનાં થોડાં ખાસ અગત્યનાં અહીં આપવામાં આવ્યાં છે. દરેક ખનિજને એકબીજાથી જુદું પાડવા માટે તે દરેક ખનિજનું નીચે દર્શાવેલા ભૌતિક ગુણોથી પૃથક્કરણ કરવામાં આવે છે. એના કરતાં પણ વધારે ઉપયોગી એનું સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રદ્વારા ઉપલબ્ધ થતું વર્ણન છે, પણ તે સ્થળ સંકોચને લીધે અમે અહીં આપીશું નહીં.

સ્ફટિકવર્ગ : દરેક ખનિજ સ્ફટિકદશામાં જ હોય છે અને નીચે જણાવેલા ૬ સ્ફટિકવર્ગમાંથી કોઈએક વર્ગમાં એનું બંધારણ થયું હોય છેઃ ક્યૂબિક, ટેટ્રાગૉનલ, હેક્સેગૉનલ, ઑરથોર્‌હોમ્બિક, મોનોક્લિનિક અને ટ્રાઇક્લિનિક. દરેક વર્ગનાં સ્ફટિકને એમના અક્ષના ધોરણ પર જુદાં પાડવામાં આવ્યાં છે. જે સ્ફટિકના ત્રણ અક્ષ કાટખૂણે પડયા હોય છે અને ત્રણે અસમમાન હોય છે તે ક્યૂબિકવર્ગના

નામથી ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ અ. ટેટ્રાગૉનલવર્ગમાં



આકૃતિ ૨૮

જુદાજુદા સ્ફટિકવર્ગ બતાવતી આકૃતિઓ : અ. ક્યૂબિક, બ. ટેટ્રાગોનલ, ક. હેક્સેગોનેાલ, ડ. ઑર્થોરહોમ્બિક, ઝ. ટ્રાઇક્લિનિક.

પણ ત્રણે અક્ષ કાટખૂણે જ પડયા હોય છે, પરંતુ ફક્ત બે જ અક્ષ સમમાન હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ બ. હેક્સેગૉનલવર્ગમાં ચાર અક્ષ હોય છે જેમાંના ત્રણ સમાંતર ૧૨૦° ના કોણે રહે છે અને ચોથો અક્ષ બીજા ત્રણ અક્ષોના બનેલા ક્ષેત્રને કાટખૂણે હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ક. ઑરથોરહોમ્બિકવર્ગમાં ત્રણ અક્ષ કાટખૂણે હોય છે પણ ત્રણે અસમમાન હોય છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ડ. મૉનો-ક્લિનિકવર્ગના ત્રણ અક્ષ અસમમાન છે. તેમાંના બે અક્ષ કાટખૂણે રહે છે અને ત્રીજો અક્ષ જોનારની તરફ નમતો રહે છે જુઓ આકૃતિ ૨૮ ઈ. ટ્રાઇક્લિનિકવર્ગમાં ત્રણે અક્ષ અસમમાન હોય છે અને કોઇ પણ અક્ષ કાટખૂણે પડતો નથી જુઓ આકૃતિ ૨૮ ઝ.

રાસાયનિક સંઘટન : ઉપર જોયું તેમ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં આપણને જુદાંજુદાં રાસાયનિક તત્ત્વો મળે છે. કેટલાક અપવાદ સિવાય સર્વ એકેકની સાથે ભળીને સંકીર્ણ પદાર્થોને–ખનિજોને–જન્મ આપે છે. વળી, એ પણ માલૂમ પડયું છે કે ખનિજ પૃથ્વીના કોઇ પણ ભાગમાંથી મળ્યું હોય તો પણ દરેક ખનિજનાં રાસાયનિક તત્ત્વો અમુક નિશ્ચિત પ્રમાણમાં જ મળે છે અને તેથી દરેક ખનિજનું રાસાયનિક પૃથક્કરણ કરવું એ ઘણી જરૂરનું છે.

ખનિજની કઠિનતા: ક્વૉર્ટ્ઝ અને કૅલ્સાઇટ નામનાં બે જુદાં-જુદાં ખનિજોને ચપ્પુના પાનાની ધારથી કાપવાનો પ્રયત્ન કરતાં માલૂમ પડશે કે ક્વૉર્ટ્ઝ કરતાં કૅલ્સાઇટ ઘણી જ સહેલાઇથી કપાય છે કે ઘસાય છે; જ્યારે ક્વૉર્ટ્ઝ પર તો બિલકુલ અસરે થતી જણાતી નથી. આ ઉપરથી સમજાશે કે દરેક ખનિજની કઠણાશ પણ જુદી-જુદી છે અને તે કેટલેક અંશે ખનિજને પારખવામાં આપણને મદદરૂપ થઇ પડે છે. ચપ્પુના લોખંડના પાનાની કઠિનતા લગભગ ૬ જેટલી મૂકવામાં આવી છે તે ઉપરથી આપણે બીજા ખનિજોની કઠિનતા પણ જાણી શકાએ. આવી રીતે જુદાંજુદાં ખનિજોની કઠિનતા તપાસીને કઠિનતાનો એક ચડઊતરનો ક્રમ નક્કી કરવામાં આવ્યો છે અને તેની મદદથી દરેક ખનિજની કઠિનતા માપી શકાય અને તે પ્રમાણે ખનિજની કઠિનતા ૧ અથવા ૨ અથવા ૫ એમ ગણી શકાય છે :

મોહાનો ચડઊતર દર્શાવતો કઠિનતાનો ક્રમ:

૧	ટૅાલ્ક	૬	ફેલ્સપાર (ઑરથોક્લાસ
૨	જીપ્સમ	૭	ક્વૉટ્ઝ
૩	કૅલ્સાઇટ	૮	ટોપાઝ .
૪	ફ્લુરસ્પાર	૯	કોરનડમ
૫	એપેટાઇટ	૧૦	ડાયમંડ (હીરો)

આ ક્રમમાં ટૅલ્કની કઠિનતા સૌથી ઓછી - અને હીરાની સૌથી વધારે છે. તેનો અર્થ એમ કે હીરાની કઠિનતા એટલી બધી વધારે છે કે તે તેના પહેલાં જણાવેલા બધાં ખનિજોને કાપી શકે છે પણ એને કોઈ પણ હલકી પ્રતિનું ખનિજ કાપી કે ઘસી શકતું નથી.

ખનિજની વિશિષ્ટ ઘનતા : દરેક ખનિજની વિશિષ્ટ ઘનતા પણ એની પરીક્ષા કરવામાં ઘણી જ ઉપયોગી થઈ પડે છે. થોડાંક મુખ્ય ખનિજોનું ટૂંકું વર્ણન:

ક્વૉર્ટ્ઝ

રાસાયનિક સંઘટન : સિલિકૉન ડાયૉક્સાઇડ

સ્ફટિકવર્ગ : હેક્સેગૉનલ

કઠિનતા : ૭

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૬૫

ક્વૉર્ટ્ઝને તોડીએ તો તેની બાજુઓ કમાનના આકારની દેખાય છે. આ એની ખાસ વિશિષ્ટતા છે. સાધારણ રીતે બિલકુલ સફેદ, ક્વૉર્ટ્ઝ કોઈ પણ રંગ વિનાનો હોય છે. પરંતુ એમાં પણ એની જુદીજુદી જાતમાં જુદાજુદા રંગ જોવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, ઍમેથીસ્ટ જાતનો ક્વૉર્ટ્ઝ વાયોલેટ (કીરમજી) રંગનો હોય છે અને તેનો ઝવેરાત તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. રોઝક્વૉર્ટ્ઝ ગુલાબી રંગનો હોય છે, જ્યારે સ્મોકી-ક્વૉર્ટ્ઝ તપખીરીઆ રંગનો હોય છે. આ જુદાજુદા રંગો એની અંદર દાખલ થયેલા બહારના દ્રવ્યને લીધે દેખાય છે.

ઍગેટ પણ સિલિકાનું જ એક રૂપાંતર છે. એની અંદર જુદાં-જુદાં વર્તુળો હોવાને લીધે એને ઘસીને સાફ કરવામાં આવે છે ત્યારે શોભારૂપે એનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

ચૅલસીડોની, ફ્લિંટ, ચર્ટ, વગેરે પણ સિલિકાની જુદીજુદી જાતો છે.

ક્વૉર્ટ્ઝ ખાસ કરીને ઍસિડ આગ્નેય ખડકોમાં જોવામાં આવે છે.

કૅલ્સાઇટ :

રાસાયનિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટ
સ્ફટિકવર્ગ : હેકસેગૉનલ.
કઠિનતા : ૩
વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૭

મોટે ભાગે કોઇ પણ રંગ વિનાનો સફેદ હોય છે. પરંતુ કોઇ વખત બહારની મલિનતા અંદર દાખલ થતાં જુદાજુદા રંગ ધારણ કરે છે. કોઇ વખત લોખંડના પાસને લઇને એ લાલ બને છે. કૅલ્સાઇટની ખાસ વિશિષ્ટતા એ છે કે તે પારદર્શક હોય છે અને એની અંદરથી જોયેલી વસ્તુ બે પ્રતિબિમ્બો બતાવે છે. એનું કારણ એમ જણાવવામાં આવ્યું છે કે એની અંદરથી પસાર થતું દરેક તેજકિરણ બીજી બાજુ બહાર નીકળતાં બેવડો વ્યાઘાત અનુભવે છે અને આ ક્રિયા બેવડા અથવા દ્વિગુણ બિમ્બવ્યાઘાત તરીકે ઓળખાય છે. ઘણાખરાં ખનિજો આ ગુણ ધરાવે છે.

ચૂર્ણપાષાણ થરોમાં અને બૅસૉલ્ટ નામનાં આગ્નેય ખડકોમાં ઉપખનિજ તરીકે પુષ્કળ મળે છે.

રૉક સૉલ્ટ (મીઠું) :

રાસાયનિક સંઘટન : સોડીઅમ ક્લોરાઇડ
સ્ફટિકવર્ગ : ક્યૂબિક
કઠિનતા : ૨
વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨ ૨

લાલ રંગનાં ખડકોમાં એ ઘણે ભાગે મળે છે અને એનો રંગ પણ લાલ અથવા પીળો હોય છે. નિર્મળ દશામાં બિલકુલ રંગ

વિનાનું સફેદ હોય છે. હવામાંનો ભેજ એ બહુ જલદીથી પોતાની અંદર ચૂસી લે છે અને તેથી એની જાળવણી બૂચવાળી શીશીઓમાં જ કરવામાં આવે છે.

જીપ્સમ :

રાસાયનિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ સલ્ફેટ. એની અંદર પાણીનો ભાગ પણ રહે છે.

સ્ફટિકવર્ગ : મૉનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૨ (નખથી પણ ઘસી શકાય છે)

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૩

મોટે ભાગે જીપ્સમનાં સફેદ થરો જોવામાં આવે છે. પરંતુ કોઇ વખત એ ગુલાબી રંગ પણ ધારણ કરે છે. એલાબાસ્ટર એ જીપ્સમની જ એક જાત છે અને તે ઘણી વખત શણગારરૂપે નકશીના પથ્થર તરીકે અને મૂર્તિઓ અને પૂતળાં બનાવવાના પથ્થર તરીકે ઉપયોગમાં લેવામાં આવે છે. 'પ્લાસ્ટર ઑફ પૅરિસ' બનાવવામાં પણ જીપ્સમનો જ ઉપયોગ થાય છે.

સિલિકેટ

ફેલ્સપાર : ફેલ્સપાર ખનિજ ખાસ કરીને આગ્નેય ખડકોમાં મળે છે ને એની બનાવટમાં એ ઘણો જ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. આગ્નેય ખડકોમાં ફેલ્સપારની ઘણી જાતો મળી આવે છે. તેમાંની મુખ્ય બે જાતનું–ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર અને પ્લેજિયોક્લાસ ફેલ્સપારનું–વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છે :

ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર :

રાસાયનિક સંઘટન : પોટેશિયમ ઍલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ

સ્ફટિકવર્ગ : મોનેક્લિનિક

કઠિનતા : ૬

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૫૭

ઑર્થોક્લાસનો રંગ ઘણે ભાગે આછો ગુલાબી હોય છે અને કોઇ વખત સફેદ પણ હોય છે. ગ્રેનીટ નામનાં આગ્નેય ખડકમાં એ ખાસ કરીને મળી આવે છે.

પ્લેજિયોક્લાસ ફેલ્સપાર :

એમાં પણ ઘણી જાતો જણાઈ છે.

રાસાયનિક સંઘટન : સોડિયમ, કેલ્શિયમ અને ઍલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ

સ્ફટિકવર્ગ : ટ્રાઇક્લિનિક

કઠિનતા : ૬—૬.૫

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૨.૬૨—૨.૭૬

સફેદ અથવા તો રાખોડીઓ રંગ પ્લેજિયોક્લાસમાં ઘણો સાધારણ છે. ઘણાં આગ્નેય ખડકોની બાંધણીમાં એ ભળેલા હોય છે. દરેક ફેલ્સપાર ભૌતિક અપક્ષયને કારણે ખવાઇ જાય છે અને એક જાતની માટીને જન્મ આપે છે. એ માટી ચિનાઇ માટીના નામે ઓળખાય છે.

માઇકા (અભ્રક)

આ ખનિજ મોટે ભાગે ગ્રેનીટ અને બીજા આગ્નેય ખડકોમાં ઉપલબ્ધ છે. ભૌતિક અપક્ષયને કારણે ફેલ્સપાર માઇકામાં રૂપાન્તર પામે છે. (૧) મસ્કોવ્હાઇટ અથવા સફેદ માઇકા અને (૨) બાયોટાઇટ અથવા કાળો માઈકા એમ બે જાતના માઈકા મળે છે.

(૧) મસ્કોવ્હાઇટ :

રાસાયનિક સંઘટન: પોટૅશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, સિલિકેટ, પાણીના ભાગ સાથે

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક
કઠિનતા : ૨–૨.૫
વિશિષ્ટ ઘનતા: ૨.૮

(૨) બાયોટાઇટ:

રાસાયનિક સંઘટન · મૅગ્નેશિયમ, ઍલ્યુમિનિયમ, પોટૅશિયમ અને આયર્ન સિલિકેટ, પાણીના ભાગ સાથે

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક
કઠિનતા : ૨.૫–૩.૦
વિશિષ્ટ ઘનતા : લગભગ ૩

હૉર્નબ્લેંડ:

રાસાયનિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ, મૅગ્નેશિયમ, આયર્ન અને બીજાં તત્ત્વોનો સિલિકેટ. તત્ત્વોનું પ્રમાણ બદલાયા કરે છે.

સ્ફટિકવર્ગ : મોનોક્લિનિક

કઠિનતા : ૫–૬

વિશિષ્ટ ઘનતા : ૩ થી સહેજ વધારે.

મોટે ભાગે હૉર્નબ્લેંડ ઘેરા લીલા અથવા કાળા રંગનો મળે છે. ઘણાં આગ્નેય અને વિકૃત ખડકોમાં એનો ઉદ્ભવ સંભવે છે.

ઑગાઇટ :

રાસાયનિક સંઘટન : કૅલ્શિયમ, મૅગ્નેશિયમ, આયર્ન અને ઍલ્યુમિનિયમનાં સિલિકેટ તત્ત્વોનું પ્રમાણ બદલાયા કરે છે.

સ્ફટિકવર્ગ : મૉનોક્લિનિક
કઠિનતા : ૫–૬

વિશિષ્ટ ઘનતા: ૩ થી સહેજ વધારે.

ઑગાઇટ પણ હૉર્નબ્લેંડની માફક કાળો અથવા ઘેરા લીલા રંગનો હોય છે. ઘણાં આગ્નેય ખડકોની બનાવટમાં એ મુખ્ય ભાગ છે.

ઑલીવીન:

રાસાયનિક સંઘટન: આયર્ન અને મૅગ્નેશિયમનો સિલિકેટ

સ્ફટિકવર્ગ : ઑર્થોર્‌હૉમ્બિક

કઠિનતા : ૬–૭

વિશિષ્ટ ઘનતા: ૩–૪

પીળા લીલા રંગનું આ ખનિજ મોટે ભાગે આગ્નેય ખડકોમાં (બૅસાલ્ટમાં) મળે છે.

ધાતુખનિજ

ગૅલિના:

રાસાયનિક સંઘટન: લેડ સલ્ફાઇડ

સ્ફટિકવર્ગ: ક્યૂબિક

કઠિનતા: ૨.૫

વિશિષ્ટ ઘનતા: લગભગ ૭.૫

લગભગ રાખોડીઆ કાળા રંગના આ ખનિજમાંથી શુદ્ધ સીસું ઘણી સહેલાઈથી મેળવી શકાય છે. ભિન્નભિન્ન જાતનાં ખડકોમાં ગૅલિના મળી આવે છે અને એની સાથે થોડી ચાંદી હમેશાં મળી આવે છે.

ઝિંક બ્લેંડ:

રાસાયનિક સંઘટન: ઝિંક સલ્ફાઇડ

સ્ફટિકવર્ગ: ક્યૂબિક

કઠિનતા: ૩.૫

વિશિષ્ટ ઘનતા: લગભગ ૪

ઘણા જુદાજુદા રંગના એ જડે છે પણ મુખ્યત્વે ઘેરો બદામી રંગ સાધારણ હોય છે.

-આયર્ન પાઈરાઈટ :

રાસાયનિક સંઘટન: આયર્ન સલ્ફાઈડ

સ્ફટિકત્વ: ક્યૂબિક

કઠિનતા: ૬ થી સહેજ વધારે

વિશિષ્ટ ઘનતા: લગભગ ૫

આયર્ન પાઈરાઈટનો રંગ સોનાજેવો સોનેરી પીળો છે અને અંગ્રેજીમાં એને Fool's Gold કહે છે

-મૅગ્નેટાઈટ :

રાસાયનિક સંઘટન: આયર્ન ઑક્સાઇડ

સ્ફટિકત્વ : ક્યૂબિક

કઠિનતા: લગભગ ૬.

વિશિષ્ટ ઘનતા : લગભગ ૫

લોહચુંબકના આકર્ષણગુણથી એ તરત માલૂમ પડી આવે છે.

પ્રકરણ ૯

પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં ખડકો અને તેમની સંક્ષિપ્ત માહિતી

પૃથ્વીના વિશાળ ભૂપૃષ્ઠ ઉપરનું અવલોકન કરતાં આપણને ઘણું ઘણું જ અવનવું જાણવાનું મળશે. નિષ્ક્રિય અને નિષ્પ્રયોજન જણાતા જાણે એક જ જાતના પથ્થરોમાંથી માનવીએ પોતાના ઉપયોગ માટે કેટકેટલી અને કેટકેટલી વસ્તુઓ શોધી છે ! સોનું, ચાંદી, લોખંડ, તાંબું, હીરા,

કોલસા, અબ્રક, ઍસ્બૅસ્ટોસ અને એવીએવી કેટલી બધી વસ્તુઓ નિરુપયોગી જેવા જણાતા એ પથ્થરમાંથી જ માનવી રોજરોજ મેળવે છે! જેને આપણે હવે ખડક જ તરીકે ઓળખીશું એ પથ્થરોનાં ઉત્પત્તિ અને સર્જન કેવાકેવા સંજોગોમાં થયાં તે હવે આપણે તપાસીશું. સામાન્ય માણસને મન પથ્થર એટલે જમીનમાંથી મળતી એકદમ નક્કર, સખ્ત અને મોટા કદવાળી વસ્તુ. પરંતુ ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ એ પથ્થર બલકે ખડકની વ્યાખ્યા જુદી જ હોય છે. નરમ કે સખ્ત કે ભારે કે હળવી કે એવા કોઇ પણ ગુણના ઉલ્લેખ વિનાની આખી કવચના બંધારણમાં આવતી દરેક વસ્તુ ખડકના નામથી જ ઓળખાય છે. જુદાંજુદાં જડ ખનિજનાં અમુક પ્રકારનાં મિશ્રણથી જુદાજુદા પ્રકારનાં ખડકોનો ઉદ્ભવ સંભવે છે. ઘણા કઠણ અને સખ્ત દેખાતા ગ્રેનીટ, સ્લેટ અને રેતીપાષાણ તેમ જ ઘણી જ નરમ અને ઢીલી જણાતી મરોડી, રેતી, વગેરે, સર્વે વિજ્ઞાનની પરિભાષામાં ખડક ‹ નામથી જ ઓળખાય છે.

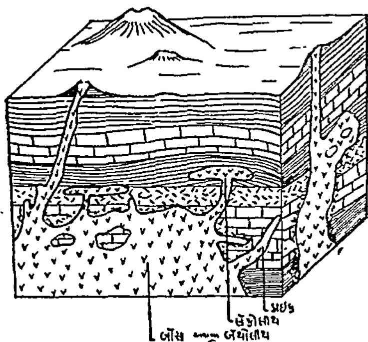
પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં મળતાં ખડકોના નીચે પ્રમાણે ત્રણ વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે: (૧) આગ્નેય ખડકો, (૨) જલકૃત ખડકો અને (૩) વિકૃત ખડકો. આગ્નેય ખડકોનો જન્મ પૃથ્વીના પેટાળમાં રહેલા પ્રવાહી લાવારસમાંથી થાય છે. પ્રવાહી લાવા કોઇક કારણોને લઇને ઘણા જ ઊંડાણથી ઉપર આવતાં ઉપરનાં પડોને કાપીને અથવા તો બહાર આવીને ઠંડો પડે છે અથવા તો ભૂગર્ભમાં જ થોડા ઊંડાણમાં ઠંડો થાય છે. જલકૃત ખડકોનું બંધારણ સમુદ્રતળ પર નદીનાળાંનાં વહેણમાં ઘસડાઇ આવતા કચરાથી–કાંપથી–થાય છે; જ્યારે વિકૃત ખડકો આગ્નેય અને જલકૃત ખડકોનું કાળક્રમે રૂપાન્તર થતાં પોતાનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

આગ્નેય ખડકોની ઉત્પત્તિ: આપણે ઉપર જોઇ ગયા તેમ પૃથ્વીના પેટાળમાં પુષ્કળ પ્રવાહી લાવાદ્રવ્ય પડ્યું છે અને એને માર્ગ મળતાં સંજોગવશાત એ જ્વાળામુખીદ્વારા બહાર પણ આવે છે એ પણ આપણે જાણ્યું. જ્યાંસુધી ઉપરનું દબાણ એકધારું એમ ને

એમ રહે છે ત્યાંસુધી તો લાવા પૃથ્વીના ઊંડા પેટાળમાં પડ્યો રહે છે. પરંતુ ભૂકંપ અથવા તો એવા જ કોઇ બીજા સંજોગોને વશ થઇને બાહ્ય કવચમાં ચીરા પડતાં તે બાજુનું દબાણ ઓછું થઇ જાય છે અને જે પ્રવાહી લાવા ત્યારસુધી ઉપરના દબાણને લઇને દબાઇ રહ્યો હોય છે તે એકદમ જોરથી ઉપર આવવા મથે છે અને પેલા ચીરાને પૂરી દે છે. જો એ ચીરો ભૂપૃષ્ઠ સુધી ઉપર પહોંચ્યો હોય છે તો ત્યાં જ્વાલામુખીનો જન્મ થાય છે અને બધો લાવા આજુ-બાજુ ફેલાઇ જઇને બાહ્ય આગ્નેય ખડકોને જન્મ આપે છે. પરંતુ પૃથ્વીના બાહ્ય કવચમાં પડેલા ચીરા જો ભૂપૃષ્ઠ સુધી નથી પહોંચતા તોતો લાવા એ ચીરાઓમાં અથવા તો આસપાસની નબળી જગાઓમાં ભરાઇ જઇને ત્યાં જ ઠંડો પડી જાય છે અને આંતર આગ્નેય ખડકોનું રૂપ ધારણ કરે છે. આગ્નેય ખડકોના આ પ્રમાણે બે મુખ્ય વિભાગ કરવામાં આવ્યા છે (૧) બાહ્ય આગ્નેય ખડકો (૨) આંતર આગ્નેય ખડકો. આ બેની વચ્ચે એક ત્રીજો વિભાગ પણ કરવામાં આવ્યો છે અને એના કેટલાક ગુણો બાહ્ય અને આંતર આગ્નેય બન્ને સાથે થોડુંથોડું સામ્ય બતાવે છે અને એ (૩) મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકોના નામથી ઓળખાય છે. ઉપરની વસ્તુસ્થિતિ જોતાં સમજાશે કે બાહ્ય, આંતર અને મધ્યસ્થ એ ત્રણે જાતનાં ખડકોની ઉત્પત્તિ એક લાવામાંથી જ થઇ હોય છે અને તેથી તેમનાં રાસાયનિક ગુણો અને તત્ત્વો તો લગભગ એકસરખાં જ હોય છે. પરંતુ એના જે વિભાગો કરવામાં આવ્યા છે તે બાહ્ય કવચમાં એનું શું અને કયાં સ્થાન છે તેને લઇને ને એના બીજા ભૌતિક ગુણોમાં પડતા ફેરફારને લીધે છે દાખલા તરીકે, લાવા બાહ્ય કવચમાં ઘણા ઊંડાણમાં ઠંડો થાય છે, તેના દરેક ખનિજનું કદ મોટું બંધાય છે અને લગભગ બધું જ દ્રવ્ય સ્ફટિકનું રૂપ ધારણ કરે છે; જ્યારે એ જ લાવા ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ધસી આવતાં એનું ઘણું દ્રવ્ય સ્ફટિકાકાર ધારણ કર્યા વિનાનું બિલકુલ કાચ જેવી દશામાં અસ્ફટિકરૂપે રહે છે. થોડાંઘણાં ખનિજ બંધાય છે તેનું

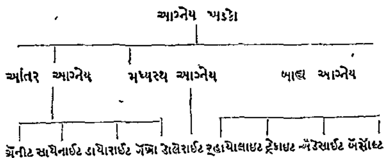
કદ અતિશય નાનું હોય છે—એટલું તો નાનું કે તેને આપણે નરી આંખે જોઇ પણ શકીએ નહિ. આવી રીતે આંતર આગ્નેય, મધ્યસ્થ આગ્નેય અને બાહ્ય આગ્નેય ખડકોની એક જ લાવામાંથી ઉત્પત્તિ થયેલી છે કે કેમ તે સમઝાવી શકાય. મધ્યસ્થ આગ્નેય:ખડકો બાહ્ય કવચમાં ઘણા ઊંડાણમાં પણ નહિ, તેમ જ ભૂપૃષ્ઠ પર પણ નહિ, એવી રીતે બન્નેની મધ્ય સ્થિતિએ અંદર મોટાનાના ચીરાઓમાં ઠંડા પડે છે.

આંતર આગ્નેય ખડકોનો લાવા જ્યારે ઘણા જ વેગથી ઉપર આવે છે ત્યારે જે ખડકને એ કાપે છે તેને પોતાના બળથી કોઇક વખતે અર્ધ ગોળાકારનો વળાંક આપી દે છે અને તે લૅકોલિથ એ નામથી ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૨૯. કોઇ વખત આસપાસના



આકૃતિ ૨૯ આગ્નેય ખડકોના કવચની અંદરનાં અને બહારનાં સ્વરૂપો

ખડકમાં પ્રસરી જઈને લાવારસના કેટલાક ફાંટાફણગાઓ પડેલા ચીરાઓમાં પ્રવેશ કરે છે. એ ચીરાઓમાં ઠંડો પડેલો લાવા ડાઇક નામે જાણીતો છે; જ્યારે મોટા જથ્થાને લાવાના બૅાસ અથવા બૅથોલિથનું નામ આપવામાં આવ્યું છે જુઓ આકૃતિ ૨૯. આગ્નેય ખડકોના ત્રણ વિભાગ અને તેમાં સમાયેલા જુદાજુદા ખડકોનાં નામ નીચે પ્રમાણે છે:



પ્રવાહી લાવા ઠંડો પડે છે એટલે એમાં રહેલાં રાસાયનિક તત્ત્વો પરસ્પરના રાસાયનિક સંનિકર્ષ પ્રમાણે થોડાથોડાં ભેળાઇને જુદાંજુદાં ખનિજોને જન્મ આપે છે, જે ખનિજો મોટે ભાગે પોતાને અનુરૂપ વિશિષ્ટ સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે. આ પ્રમાણે જોતાં માલૂમ પડશે કે લાવારસ જ્યારે બાહ્ય કવચના ઊંડાણુમાં ઠંડો પડે છે ત્યારે લગભગ બધું જ દ્રવ્ય સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે; કારણ કે બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાં ઉષ્મામાન અને દબાણ અતિશય રહેવાથી ધગધગતા પ્રવાહી લાવાદ્રવ્યને ઠંડું પડતાં ખૂબ દીર્ઘ કાળ લાગે છે અને હળવેહળવે લાંબે કાળે ઠંડા પડતા જવું એ સ્ફટિકીભવનની અપરિહાર્ય આવશ્યકતા છે, ભૂપૃષ્ઠ પર આવેલો લાવા એકદમ ઠંડો થઈ જતો હોવાથી લગભગ કાચજેવો અસ્ફટિક દશામાં રહે છે જો કે કેટલુંક દ્રવ્ય સ્ફાટકરૂપે પણ દેખા તો દે છે જ. ઉપર આપેલા કોઠામાં જે ઉપવિભાગ કરવામાં આવ્યા છે તે એમાં રહેલાં સિલિકા નામના

રાસાયનિક તત્ત્વમાં પ્રમાણને આધારે કરવામાં આવે છે. જે ખડકોનું સિલિકા પ્રમાણ ૬૦ ટકા કરતાં પણ વધારે હોય છે તે ઍસિડ ખડકના નામે ઓળખાય છે. ૫૦ થી ૬૦ ટકાનું સિલિકા પ્રમાણ ઘણા ઍસિડ નહિ તેમ ઘણા બેઝિક પણ નહિ એટલે મધ્યમ ગણાય છે; જ્યારે ૫૦ ટકાથી નીચેના સિલિકાના પ્રમાણવાળા ખડકોને બેઝિક ખડકો ગણવામાં આવ્યાં છે.

આંતરઆગ્નેય ખડકોનું વર્ણન:

ગ્રૅનીટ:

અવયવસંઘટન: મોટા અને લગભગ બધાં સરખાં કદનાં ખનિજોનો એ બનેલો હોય છે. બધાં ખનિજ સ્ફટિકરૂપે હોય છે.

રંગ: રાખોડીઓ અથવા ઝાંખો ગુલાબી.

અંતર્ગત ખનિજ: સૌથી વધારે ઑર્થોક્લાસ ફેલ્સપાર, ઘણો જ થોડો પ્લેજ્યોક્લાસ, મુખ્ય ભાગે ક્વૉર્ટ્ઝ અને સાથે મસ્કોવાઈટ અથવા બાયોટાઈટ અથવા હોર્નબ્લેંડ.

સ્થિતિ: આંતરઆગ્નેય ખડક હોવાથી બાહ્ય કવચમાં ઘણા જ ઊંડાણમાં ગ્રેનીટનું બંધારણ થયું હોય છે, અને બેથોલિથ અથવા લૅકોલિથનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. જેમ જે ખડકોમાં આ લાવાપદાર્થ ફૂટી પડેલો હોય છે તેને ખડકોમાં કેટલેક સુધી એ ભિન્નભિન્ન પ્રકારના ફેરફારો કરે છે અને તે એના ઘણા જ વધારે ઉષ્મામાનને લઇને થાય છે.

સાયેનાઇટ

અવયવસંઘટન: ગ્રેનીટની માફક મોટા અને બધા લગભગ સરખા જ કદનાં ખનિજનો બને છે અને બધાં ખનિજ સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે.

રંગ: રાખોડીઓ, લાલાશવાળો, વાદળી રાખોડીઓ, વગેરે મળે છે.

અંતર્ગત ખનિજ: ઑર્થોક્લાસ પ્રધાન પદે છે, જેની પછી

ક્વૉર્ટ્ઝ અને પ્લેજીઓક્લાસ આવે છે. સાથે બાયોટાઇટ અથવા હૉર્નબ્લેંડ પણ નજરે પડે છે.

સ્થિતિવર્ણન : કુદરતમાં ગ્રેનીટ કરતાં સાયેનાઇટ ઘણા ઓછા જોવાને મળે છે અને જ્યાં મળે છે ત્યાં બેથોલિથ અથવા લેકોલિથના આકારમાં જડે છે. ગ્રેનાઇટની માફક એ પણ બાહ્ય કવચના ઘણા ઊંડાણમાં બંધાય છે, પરંતુ કુદરતમાં ચાલુ રહેલા ભૌતિક અપક્ષય અને અપાવરણને પરિણામે એ કાળક્રમે ભૂપૃષ્ઠ પર દેખાય છે.

ડાયોરાઇટ :

અવયવસંઘટન : લગભગ સરખા જ કદનાં ખનિજનો એ બન્યો છે. અને બધા સ્ફટિકરૂપે જ હોય છે; જોકે ઘણું કરીને એનું કદ સહેજ નાનું હોય છે.

રંગ : મુખ્યત્વે કાળો અને સહેજ સફેદ.

અંતર્ગત ખનિજ : સફેદ ઍસિડ પ્લેજિયોક્લાસની સાથે ઘેરા લીલા રંગનો હૉર્નબ્લેંડ ઘણા પ્રમાણમાં દેખાય છે. ઑર્થોક્લાસ જણાય છે પણ ઘણા જ ઓછા પ્રમાણમાં. બાયોટાઇટ હોય કે નહિ પણ હોય. થોડો ઑગાઇટ પણ દેખાય છે.

સ્થિતિવર્ણન : નાનાનાના લૅકોલિથ અથવા ડાઇકરૂપે બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાં બંધાય છે અને કાળક્રમે ભૂપૃષ્ઠ ઉપર દેખાય છે.

ગેબ્રો :

અવયવસંઘટન : ગ્રેનાઇટની માફક આ ખડકનાં ખનિજ પણ બધાં મોટાં અને સરખા કદનાં હોય છે અને એમણે સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરેલું હોય છે.

રંગ : મુખ્યત્વે રંગમાં કાળા જ હોય છે પણ કોઈકોઈ વખત સફેદ ફેલ્સપાર પણ નજરે પડે છે.

અંતર્ગત ખનિજ: ઑગાઈટ ખનિજ અહીં મુખ્ય સ્થાન લે છે. એની પછી બેઝિક પ્લેજિયોક્લાસ, ઑલિવીન, મેગ્નેટાઈટ, વગેરે, ખનિજો નજરે પડે છે.

સ્થિતિવર્ણન : બીજાં આંતરઆગ્નેય ખડકોની માફક એ પણ બેથોલિથ અથવા ડાઈકરૂપે બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાં જન્મે છે.

મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડકનું વર્ણન

ડોલેરાઈટ:

અવયવસંઘટન: લગભગ બધાં ખનિજ સ્ફટિકરૂપે હોય છે. છતાં કેટલીક લાવા કાચરૂપે પણ દેખાય છે. ખનિજનું કદ નાનું કે સહેજ મોટું પણ હોય છે.

રંગ : કાળા અને સફેદ રંગનું મિશ્રણ હોય છે અથવા તો તદ્દન કાળો હોય છે.

અંતર્ગત ખનિજ : બેઝિક પ્લેજિયોક્લાસ ફેલ્સપાર અને ઑગાઈટ અને સાથે મૅગ્નેટાઈટ મળે છે. ઑલિવીન મોટે ભાગે મળે છે.

સ્થિતિ વર્ણન : આ મધ્યસ્થ આગ્નેય ખડક મોટે ભાગે બાહ્ય કવચમાં ઘણા ઊંડાણમાં નહિ એવા ચીરાઓમાં ડાઈકરૂપે મળે છે.

બાહ્ય આગ્નેય ખડકોનું વર્ણન

રહાયોલાઈટ :

અવયવસંઘટન : મોટે ભાગે લાવા કાચરૂપે જ બંધાયો હોય છે, જેની અંદર કોઈ કોઈ મોટા સ્ફટિક નજરે પડે છે.

રંગ : સફેદ અથવા રાખોડીઓ.

અંતર્ગત ખનિજ : એનાં ખનિજ ગ્રૅનાઈટ ખડકને મળતાં જ હોય છે પણ આપણે એને નરી આંખે જોઈ શકતા નથી. જે થોડા-ઘણા મોટા સ્ફટિક દેખાય છે તે ક્વૉર્ટ્ઝ અથવા ઑર્થોક્લાસ હોય છે.

સ્થિતિવર્ણન : એનો લાવાપદાર્થ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ચાદર પેઠે લાંબોલાંબો પથરાઈ જાય છે અને કોઈ જ વખત ડાઈકરૂપમાં મળે છે. એનો ઉપરનો ભાગ એમાંથી નીકળી જતી હવાને લીધે પુષ્કળ નાનમોટાં છિદ્રોવાળો દેખાય છે.

ટ્રેકાઈટ :

અવયવસંઘટન : રહાયોલાઈટ કરતાં એમાં ખનિજનું સ્ફટિકરૂપ વધારે પ્રમાણમાં હોય છે, જો કે એનું લાવાદ્રવ્ય પણ મોટે ભાગે કાચનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે. કોઈ વખતે બધું દ્રવ્ય સ્ફટિકરૂપ ધારણ કરે છે, પરંતુ ઘણી જ બારીક અવસ્થામાં રહે છે.

રંગ : રાખોડીઓ અથવા સફેદ.

અંતર્ગત ખનિજ : મુખ્ય ભાગે જણાતા કાચદ્રવ્યમાં ઑર્થોક્લાસ, હૉર્નબ્લેંડ, બાયોટાઇટના મોટા સ્ફટિક જણાય છે.

સ્થિતિવર્ણન : રહાયોલાઈટની માફક એનાં પણ ભૂપૃષ્ઠ ઉપર થર પથરાઈ જાય છે.

ઍંડેસાઈટ :

અવયવસંઘટન : મુખ્યત્વે કાચદ્રવ્યની અંદર નાનામોટા ફેલ્સપાર સ્ફટિક દેખાય છે.

રંગ : રાખોડીઓ અથવા બદામી અથવા કાળો.

અંતર્ગત ખનિજ : ડાયોરાઈટ ખડકને મળતા, પ્લેજીયોક્લાસ અને આગાઈટ

સ્થિતિવર્ણન : ભૂપૃષ્ઠ ઉપર એ લાવાનાં થર બંધાય છે.

બૅસૉલ્ટ

અવયવસંઘટન : ઘણા જ બારીક સ્ફટિકો કાચદ્રવ્યમાં પડેલા જણાય છે. કોઈ વખત ઉપરનો ભાગ છિદ્રોવાળો પણ હોય છે.

રંગ : મોટે ભાગે કાળો.

અંતર્ગત ખનિજ : ઑગ્રોની માફક પ્લેજીયોકલાસ અને ઑગાઇટ સાથે ઑલીવીન ખાસ જોવામાં આવે છે. મેગ્નેટાઈટ પણ સારા પ્રમાણમાં દેખાય છે.

સ્થિતિવર્ણન : આ ખડક જ્વાલામુખીના મુખમાં ઘણી વખત બંધાયેલાં નજરે પડે છે. વળી, ભૂપૃષ્ઠ ઉપર ઘણે લાંબે સુધી ચાદરની માફક પથરાયેલાં થર પણ મળે છે. એનો ઉપરનો ભાગ મુખ્યત્વે કરીને છિદ્રોથી ભરપૂર હોય છે.

પ્રકરણ ૧૦

જલકૃત ખડકો અને તેમનું સમુદ્રજલમાં થતું નિર્માણ

વરસાદનાં પાણી, ભૂપૃષ્ઠ પરનો કાંપ, કચરો, વગેરે નદીનાળાં શી રીતે ઘસડી જાય છે અને ત્યાંથી વળી સમુદ્રજળમાં કેવી રીતે પહોંચે છે અને ત્યાં કેમ ગોઠવાય છે એ સઘળું સંક્ષેપમાં આપણે જોઈ ગયા. વાયુ, વરસાદ, વગેરે નૈસર્ગિક બળોથી ખવાયલાં ખડકોમાંથી ઉત્પન્ન થતાં કાંકરા અને બારીક માટીદ્રવ્ય, જમીન, તળાવ કે સમુદ્રમાં થતો એમનો સંગ્રહ, એ બધું જલકૃત ખડકોના નિર્માણમાં ઘણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. બલકે એ બળો જ જલકૃત ખડકોના નિર્માણનાં કારણભૂત છે. એમની ઉત્પત્તિને આધારે જલકૃત ખડકોના ત્રણ વિભાગ પાડી શકાય:

(૧) ફક્ત જલક્રિયાથી બંધાયેલાં ખડકો:

આ ખવાઈ ગયેલાં ખડકોનું ઝીણું જાડું માટીદ્રવ્ય વહેતા પાણીમાં ઘસડાઈ એક બાજુ જમા થતાં બને છે. રેતીપાષાણ, માટી પાષાણ, બોલ્ડરકલે, વગેરે ખડકો આ વિભાગમાં સમાવી શકાય.

(૨) સંનિકર્ષજન્ય ઘનીભવનથી થતાં ખડકો :

ચૂર્ણપાષાણ, ટ્રફા, મીઠાનાં થર, વગેરે, ખડકોને આ વિભાગમાં

મૂક્યાં છે. સમુદ્રજલમાં રહેલાં ભિન્નભિન્ન તત્ત્વોના સંનિકર્ષની-ભવનથી આ ખડકોનો ઉદ્ભવ થતો જણાયો છે.

(૩) સામુદ્રિક જીવાવશેષવાળાં ખડકો:

સામુદ્રિક જીવોનાં કવચ, છીપશંખલા જે મોટે ભાગે ચૂનાનાં બનેલાં હોય છે તેમના સંગ્રહમાંથી આ ખડકો જન્મ ધારણ કરે છે. કેટલાક ચૂર્ણપાષાણની ઉત્પત્તિ આ રીતે થાય છે.

વળી, ખડકોના અંગભૂત જુદાજુદા ભાગોના સમુદાયને આધારે પણ જલકૃત ખડકોના વિભાગો નીચે બતાવ્યા પ્રમાણે કરવામાં આવ્યા છે. એ વિભાગો વધારે પ્રચલિત હોવાથી આપણે એમનો જ આશ્રય લઈશું: (૧) રેતીવાળાં ખડકો, (૨) માટીવાળાં ખડકો, (૩) ચૂનાનાં ખડકો, (૪) સિલિકાનાં ખડકો અને (૫) કોલસાનાં ખડકો.

આપણે આગલાં પ્રકરણોમાં જોઈ ગયા છીએ કે વાયુ, વરસાદ, વગેરે, નૈસર્ગિક બળોથી ખવાયેલા ખડકોમાંથી છૂટા પડેલા નાનામોટા ટૂકડાઓ કે નાનાં બારીક કણો નદીનાળાંમાં વહેતાં પાણીની મદદથી ઘસડાઇને સમુદ્રના તળિયા ઉપર જમા થાય છે. ઘણા મોટા અને વજનમાં ભારે એવા કાંકરા અને મોટા ટૂકડાઓ લગભગ કિનારાથી થોડે જ દૂર નીચે બેસી જાય છે; જ્યારે બારીક માટીનાં કણો જલના પ્રવાહમાં આગળ અને આગળ તણાતાં રહે છે અને સમુદ્રમાં ઘણે દૂર જઇને તળિયે બેસી જઈને ઠરે છે. રેતીવાળાં અને માટીવાળાં ખડકો આ પ્રમાણે જલક્રિયાથી સમુદ્રતળિયા ઉપર બંધાય છે.

ચૂનાનાં ખડકો બે રીતે બંધાય છે: (૧) એક તો સમુદ્રજલમાં રહેલાં જુદાંજુદાં દ્રાવ્ય તત્ત્વોનું સંનિકર્ષજન્ય ઘનીભવન થતાં ચૂનાનું તત્ત્વ નીચે ઠરી જઇને ચૂનાનાં ખડકોને જન્મ આપે છે, અથવા તો (૨) સામુદ્રિક જીવોનાં કવચો, છીપ, શંખલાનો (એ ચૂનાનાં બનેલાં હોય છે) એક સામટો સંગ્રહ થતાં ચૂનાનાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવે છે. કાર્બોનિફેરસ (કોલસા) ખડકોમાં મોટાં ને વિશાળ જંગલોની દટાયેલી

વનસ્પતિ ઉપરના દબાણને લઈને કાળા કોલસામાં રૂપાન્તર પામે છે અને આ રીતે વનસ્પતિનું કાર્બનદ્રવ્ય કાળક્રમે કોલસાનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

રેતીપાષાણ : રેતીપાષાણ એ જલક્રિયાથી સમુદ્રતલ ઉપર બંધાયેલાં ખડક છે અને એનું અંતરંગ દ્રવ્ય ભૂપૃષ્ઠ ઉપરના ખવાઇ ગયેલા ખડકોમાંના રેતીના કાંકરાનું બનેલું છે. આ સિલિકાના (રેતીના) કાંકરા ઘણા જ સખ્ત હોવાથી પાણીમાં ઘસડાતી વખતે તૂટીને ભૂકો નહિ થઈ જતાં ગોળ અને લીસા બનતા જાય છે. આથી કરીને મોટે ભાગે રેતીપાષાણમાં અંતર્ગત દ્રવ્ય લગભગ સરખા જ કદનું બની રહે છે. આ છૂટાંછટાં રેતીનાં કણો કે કાંકરાને જોડનારું તત્ત્વ કોઈ વખત સિલિકાનું હોય છે અને કોઈ વખતે લોહનું બનેલું હોય છે, અને અનુક્રમે સિલિકાનાં રેતીપાષાણ અને લોહરેતી પાષાણ તરીકે ઓળખાય છે. લોહરેતી પાષાણ લોહતત્ત્વને લીધે લાલ રંગના હોય છે અને તે લોહતત્ત્વ દરેક કાંકરાની આસપાસ વિંટળાઇને એકેકની સાથે તેમને જોડે છે. કોઇ વખતે એ જ લોહના બનેલા જુદાજુદા સંકીર્ણ પદાર્થોથી રેતીપાષાણ લીલા રંગના પણ થાય છે. પરંતુ છૂટા રેતીના કાંકરાને જોડતું દ્રવ્ય મોટે ભાગે તો ચૂનાનું તત્ત્વ હોય છે. ભૂગર્ભમાં વહેતાં પાણી આ ચૂનાનું તત્ત્વ તેને પૂરું પાડે છે. રેતીપાષાણમાં રેતીના કાંકરા કદમાં લગભગ ૧ મિલિમિટર અથવા ૦.૧ મિલિમિટર કરતાં પણ ઓછા વ્યાસવાળા હોય છે. એના કરતાં પણ નાના કદના કાંકરાના રેતીપાષાણ સિલ્ટસ્ટોન તરીકે ઓળખાય છે. રેતી પાષાણમાં સિલિકા સિવાયના બીજા ખનિજના કાંકરા પણ હોય છે પણ તેનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું રહે છે. ઘણી વખત માઇકા (અબરખ) સામાન્ય રીતે રેતીપાષાણમાં મળે છે અને તેનું પ્રમાણ વધતાં એ માઇકાના રેતીપાષાણ તરીકે ઓળખાય છે. આગ્નેય ખડકોનો ભૌતિક અપક્ષય થતાં તેમાંથી ક્વૉર્ટ્ઝ અને ફેલ્સપાર છૂટા પડે છે, પરંતુ ફેલ્સપાર ખનિજ ભૌતિક અપક્ષયને આધીન થઇ ઘણો જલદીથી ખવાઇ જાય છે અને માટી

ખનિજને જન્મ આપે છે, જે દ્રવ્ય માટીપાષાણના બંધારણમાં ઉપયોગી થઇ પડે છે. તે જ કારણને લીધે પાણીમાં પણ ફેલ્સપાર ખનિજ લાંબે સુધી ઘસડાતાં નથી અને તેથી રેતીપાષાણમાં એમનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું રહે છે.

બીજી જાતનાં રેતીપાષાણમાં ક્વૉર્ટ્ઝ ઉપરાંત બીજા ખનિજોનું પ્રમાણ પણ ઘણું વધારે હોય છે તે ગ્રેવેકને નામે ઓળખાય છે. એ ઘેરા, ભૂરા રંગનાં ખડક ગોળ, લીસાં અથવા અણિયાળા ક્વૉર્ટ્ઝ ફેલ્સપાર અને બીજાં ખનિજોના સમુદાયથી બને છે. કેટલીક વખત સ્લેટના ટૂકડાઓ જેવાં બીજાં ખડકો પણ એની અંદર આવી જાય છે, અને કાંકરાનું કદ પણ નાનુંમોટું હોય છે.

રેતીપાષાણના ક્વૉર્ટ્ઝના કાંકરા સિલિકાદ્રવ્યથી જ એકેક સાથે જોડાયા હોય છે ત્યારે એ ક્વૉર્ટ્ઝાઇટના નામથી ઓળખાય છે એ ઘણાં સખ્ત ખડક પર ચપ્પુની પણ અસર થતી નથી.

કૉંગ્લોમરેટ નામે ઓળખાતાં ખડકોમાં કાંકરા બલ્કે ટૂકડાઓનું કદ ઘણું જ મોટું હોય છે અને કોઇકોઇ તો ફૂટ ભરીને પણ માપી શકાય છે. વળી, બધા ટૂકડાઓ ગોળ અને લીસા હોય છે એ જ દર્શાવે છે કે ઘણા દૂરના છેટાથી એ પાણીમાં તણાઇ આવેલાં હોવા જોઇએ અને તે આગ્નેય કે જલકૃત કોઇ પણ જાતનાં ખડકોના હોઈ શકે છે. જે જાતના ટૂકડા વધારે પ્રમાણમાં જણાય છે તેને કૉંગ્લોમરેટ નામ આપવામાં આવે છે. દાખલા તરીકે, ગ્રેનાઇટ કૉંગ્લોમરેટ, ક્વૉર્ટ્ઝ, કૉંગ્લોમરેટ, લાઇમસ્ટોન કૉંગ્લોમરેટ, વગેરે. મોટા પૂરના વહેણમાં ઘસડાઇ આવતા આ ટૂકડા હમેશાં છાછરા પાણીમાં જ જમા થાય છે.

ટૂકડાઓ ગોળ નહીં પણ અણિયાળા હોય છે ત્યારે તેમાંથી બનતાં ખડકો બ્રેશિયા તરીકે ઓળખાય છે. ટૂકડા એની અંદર પાણીમાં થોડાક અન્તર સુધી ઘસડાયેલા હોય છે અને છાછરા પાણીમાં

એનો જમાવ થાય છે. પરંતુ મોટે ભાગે પ્રેશિવાનું બંધારણ જમીનઃ પર જ સંભવિત હોય છે.

માટીપાષાણ : માટી નામના તત્ત્વનાં બનેલાં આ ખડકોનાં કણનું કદ ભાગ્યે જ ૦·૧ મિ.મિ.થી વધારે હોઈ શકે- અને મોટા કાંકરા કરતાં વધારે ઊંડાણ સુધી સમુદ્રજલમાં ખેંચાઇ જાય છે અને ત્યાં માટીપાષાણ જલકૃત ખડકોને જન્મ આપે છે. કદમાં અતિશય બારીક હોવાથી એ કણો કયા ખનિજનાં બનેલાં છે એ જાણવું તો ઘણું મુશ્કેલ હોય છે; છતાં મોટે ભાગે માઇકા અને- કેઓલીન ખનિજ જેવા પદાર્થનો એ બન્યો હોય છે. કોઇ વખત થોડાઘણા કવૉર્ટ્ઝનાં કણો પણ જણાય છે. કવૉર્ટ્ઝનું પ્રમાણ વધતાં એ રેતાળ માટી તરીકે ઓળખાય છે. આયર્ન પાઇરાઇટ અને ચૂનાનું તત્ત્વ પણ કેટલીક વાર એમાં ભળેલું મળે છે.

શેલ નામનો માટીપાષાણ માટીનો જ બને છે. એના પડ ઉપરનું પડ સહેલાઇથી ઊખેડી શકાય છે. જેમાં આવી પડબંધ રચના ન હોય અને જે ઘણો સખ્ત હોય એ મડસ્ટોન તરીકે ઓળખાય છે. ઘણા જ દબાણને આધીન થઇ સખ્ત ઘન બનેલા માટીપાષાણને સ્લેટ કહેવામાં આવે છે. બીટ્યૂમિનસ શેલમાં (શખલામાં) કાર્બનનું પ્રમાણ ઘણું રહે છે. ફાયરકલે નામના માટીપાષાણને અતિશય તપાવતાં એની ઉપર ગરમીની અસર નથી થતી અને એથી ભઠ્ઠીની ઇંટ બનાવવાના કામને માટે ખાસ ઉપયોગમાં લેવાય છે. સોડા અને પોટૅસિયમ ઍલ્કેલીઝ તત્ત્વના અભાવે આ ગુણ એને પ્રાપ્ત થયેલો હોય છે.

ચૂર્ણપાષાણ: સફેદ, ભૂરા, લાલ, પીળા, કાળા એમ ભિન્ન-ભિન્ન રંગોથી ઓતપ્રોત થયેલાં આ ખડકો દેખાવમાં પણ ભિન્નતા દાખવે છે. કોઈ વખત સરલ, લીસા અને સરખા કદનાં કણવાળાં જણાય છે તો કોઈ વખત ખડબચડાં હોય છે. કેટલાક ઘણા ઘન

હોય છે તો કેટલાંક છિદ્રાળુ જણાય છે. પણ મોટે ભાગે આ બધાં ખડકો ચૂનાના તત્ત્વમાંથી જ ઉત્પન્ન થાય છે. હાઇડ્રોક્લોરિક ઍસિડનું એક ટીપું પણ એની ઉપર મૂકવાથી એની પરીક્ષા તરત થાય છે; કેમકે એમાંથી તરત કાર્બન ડાયૉક્સાઈડ નામનો ગૅસ નીકળવા માંડે છે. કૅલસાઇટ ખનિજનું બનેલું આ ખડક સહેલાઇથી ચપ્પુવડે કાપી શકાય છે.

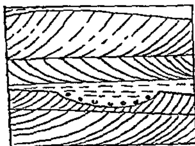
ઘણા ચૂર્ણપાષાણમાં સમુદ્રજલમાં જીવોના અવશેષો—જેમકે કોરલ અને બીજા પરવાળાં, છીપ, શંખલા—મળે છે, અને કેટલાક ચૂર્ણપાષાણ તો ફક્ત આ પરવાળાં છીપશંખલાના સમુદાયને કારણે જ બન્યાં હોય છે. કવચના નામ પરથી ચૂર્ણપાષાણને જુદાંજુદાં નામ આપવામાં આવ્યાં છે, જેવાં કે છીપ ચૂર્ણપાષાણ, પરવાળાં ચૂર્ણપાષાણ, ક્રીનોઇડલ ચૂર્ણપાષાણ વગેરેવગેરે. ગોળ ચૂનાના કાંકરાના જોડાણથી બનેલા ચૂર્ણપાષાણ ઊલિટિક ચૂર્ણપાષાણને નામે જાણીતા છે, ચાક નામના ચૂર્ણપાષાણ ઘણા જ નરમ અને અતિશય બારીક કણના બનેલા હોય છે. તેની અંદર કોઈ વખત ફોરેમિનિફરા નામના જીવોના ઘણા જ ઝીણા અવશેષો જોવામાં આવે છે. એની ઉત્પત્તિ સાધારણ ઊંડાં પાણીમાં સંભવે છે.

ઉપર જણાવેલા બધા ચૂર્ણપાષાણોમાં ચૂનાનું તત્ત્વ મુખ્ય ભાગ ભજવે છે, પણ તેની સાથે થોડો મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટ અને ઍસિડમાં અદ્રાવ્ય એવું તત્ત્વ પણ થોડા પ્રમાણમાં રહેલાં હોય છે. ચૂર્ણપાષાણમાં મૅગ્નેશિયમ કાર્બોનેટનું પ્રમાણ વધતાં એ ડોલોમાઇટ ચૂર્ણપાષાણ તરીકે ઓળખાય છે.

પ્રકરણ ૧૧

જલકૃત ખડકોની ગોઠવણી

જલકૃત ખડકો સમુદ્રજળમાં બંધાયાં હોય કે તળાવના પાણીમાં ઉદ્ભવ્યાં હોય પણ તે બધાં પડબંધ રચનાવાળાં હોય છે. આ પડબંધ રચનાનું કારણ એના પદાર્થ(ખનિજ)સમુદાયની વિશિષ્ટ ઘનના, અને એના ભિન્નભિન્ન પ્રકાર ઉપર અવલંબે છે એ આપણે આગલાં પ્રકરણમાં જોયું. આ રીતે બંધાતાં જલકૃત ખડકોનાં જાડાં થરમાં ઘણી વખત આપણે પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે એક ઉપર એક એમ બારીક ઘણાં પાતળાં પડ ગોઠવાયેલાં જોઇએ છીએ. આવી રીતનાં ઘણાં પડ મળીને એક સ્તર અથવા થર બને છે. આ પડોને ઘણી વખત આપણે સહેલાઇથી છૂટાં પાડી શકિયે છીએ. ભિન્નભિન્ન જાતનાં માટીદ્રવ્યને લીધે અથવા તો જુદાજુદાં ખનીજનાં કણોની લાંબી ધરી પડબંધારણની આડી ગોઠવાઈ રહેવાને લીધે એ જુદાંજુદાં પડો બંધાય છે. મોટે ભાગે એક થરનાં બધાં પડો એકબીજાની ઉપર અનુપૃષ્ઠ દશામાં રહે છે જ, પરંતુ પાણીનાં વહેણોની ગતિમાં ચાલુ થતા ફેરફાર અથવા તો પવનના જોરથી કે કોઇ એવા સંજોગોમાં છીછરા પાણીમાં બંધાતાં બે પડોની ગોઠવણી ખોરવાઈ જાય છે અને એ પડો એકબીજાથી ત્રાંસાં અને આડીઅવળી રચનાવાળાં થાય છે. આવી રીતે રચાઇને ગોઠવાયેલ પડોની અવસ્થાને વિક્ષિપ્ત પડ કહેવામાં આવે છે જુઓ આકૃતિ ૩૦.



આકૃતિ ૩૦ રેતીપાષાણમાં મળતાં વિક્ષિપ્ત પડ

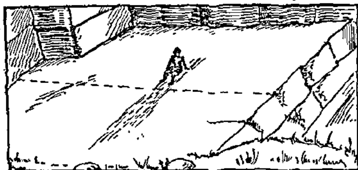
તડઃ ઈમારતોના બાંધકામમાં લેવાતા પથ્થરોનું ખોદકામ કરતી વખતે ખાસ જોવાનું જે રહે છે તે એ કે પથ્થર આખા સાંગ કેટલા કદના નીકળે છે, અને એ ઉપર પથ્થરની ઉપયોગિતાનો આધાર રહે છે. ખોદકામ કરતાં ઘણી વખત માલુમ પડે છે કે ખડકના થરમાં કોઇ વખત એક જ દિશામાં તો કોઈ વખત બેત્રણ દિશામાં આડી, ઊભી ફાટ પડેલી જણાય છે અથવા તો સાંધા જેવા જણાય છે. આ ફાટ અથવા સાંધાને તડ કહેવામાં આવે છે. જે દિશામાં તડ પડેલી હોય તે જ દિશામાં પથ્થરને તોડવાનું કામ ઘણું સહેલું બને છે; અને કેટલા કદનો આખો સળંગ ટૂકડો નીકળશે એ પણ તડ કેટલી લાંબી પડી છે તે ઉપરથી સમજાય છે. રેતીપાષાણ અને ચૂનાપાષાણમાં આવી તડો થોડેથોડે અંતરે તૂટી જાય છે, જ્યારે ઘણા સખ્ત અને ઘન બનેલાં ખડકોમાં ઘણી સારી, લાંબીલાંબી તડ મળે છે.

સાધારણ રીતે એમ માનવામાં આવે છે કે ખડકો બંધાયા બાદ સંકોચાય છે અને તેથી આવી ફાટ કે તડ પડે છે. અથવા તો કાંઇ સંક્ષોભને લીધે પણ આવી તડની ઉત્પત્તિ થાય છે. પથ્થરની ખાણ ખોદનારાઓને આવી તડ ઘણી ઉપયોગી છે. વરસાદના પાણીને પણ એ તડ મારફત જમીનમાં ઉતરવાનો માર્ગ મળી આવે છે.

નમનકોણ અને નમનાઘાત :

જલકૃત ખડકનાં થર જે વખતે બંધાયાં હોય છે તે વખતે તો પુસ્તકનાં પૃષ્ઠોની પેઠે એક ઉપર એક એમ અનુપૃષ્ઠ અવસ્થામાં જ ગોઠવાયાં હોય છે અને કેટલાક કાળ સુધી એ અવસ્થામાં પડમાં રહે છે પણ ખરાં, પણ બાહ્ય કવચમાં થતી ઊથલપાથલને પરિણામે અનુપૃષ્ઠ ખડકના થર વળાંક લઇને કોઇ એક બાજુએ ઝોક ખાય છે. આ ઝોક કેટલો થયો છે એ વળી ગયેલાં થરો સમક્ષેત્રની આડી લીટી સાથે કેટલા અંશનો ખૂણો કરે

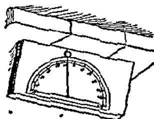
છે તે માપવાથી જાણી શકાય છે. આકૃતિ ૩૧માં બતાવ્યા પ્રમાણે



આકૃતિ ૩૧ નમન અને નમનાધાત; છોકરો નમનની દિશામાં સરકે છે. તૂટેલી રેખા નમનાધાતની દિશા છે.

જે દિશામાં બેઠેલો છોકરો સરે છે તે દિશામાં ખડકો નમ્યાં છે એમ કહેવાય. અને જે દિશામાં **નમન** સૌથી વધારે થયું હોય તેને નમી જવાની દિશા નમનદિશા કહેવામાં આવે છે.

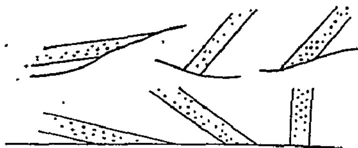
આકૃતિ ૩૧માં બતાવેલી તૂટેલી લીટીની દિશામાં એટલે નમનથી આડી દિશામાં કાટખૂણે જતાં છોકરો સમક્ષેત્ર પર જ ચાલતો રહેશે. એ આડી તૂટેલી લીટીની દિશા એ ખડકના થરની **નમનાધાતની** દિશા તરીકે ઓળખાય છે. બીજી રીતે કહીએ તો નમનાધાત લીટી હમેશાં ખડકના થરની સૌથી વધારે નમનની દિશાને કાટખૂણે જ સમક્ષેત્રમાં વહે છે. નમનમાપક યંત્ર—જુઓ આકૃતિ ૩૨—સૌથી વધુ નમનની



આકૃતિ ૩૨ નમનમાપક યંત્ર

દિશામાં મૂકીએ ત્યારે એની ઉપરનું જે લઘુક ખૂણો બતાવે છે તે અંશના થરનો **નમનકોણ** કહેવાય છે.

અનાવૃત અંશ: ખડકના થરનો જેટલો ભાગ જમીનની સપાટી ઉપર આપણે જોઇ શકિયે છિયે તેટલા ભાગને એ ખડકના **અનાવૃત અંશ** તરીકે ઓળખીશું. થરની જાડાઈ, એનો નમનકોણ અને જમીનની સપાટીનો ઢોળાવ એ ત્રણ વસ્તુ પર અનાવૃત અંશની પહોળાઇનો આધાર રહે છે. નમનકોણનું માપ વધતાં અનાવૃત અંશ સાંકડો બને છે જુઓ આકૃતિ **૩૩.**

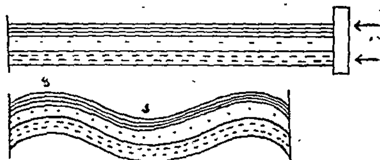


આકૃતિ ૩૩
અનાવૃત અંશની પહોળાઇ જમીનના ઢાળ અને નમન કોણ પર આધારે છે.

થરના વળ :

જલકૃત ખડકોનાં થર હમેશાં અનુપૃષ્ઠ અવસ્થામાં નહિ રહેતાં કોઇ દિશામાં ઓછેવધતે અંશે નમેલાં રહે છે. ક્યાંક એ નમનકોણ વધારે હોય છે અને ક્યાંક એ ઘટે છે; અને કોઇ અમુક થર પણ ઘણી લંબાઈએ માપતાં એક જ દિશામાં નમતો હોવા છતાં પણ જુદાંજુદાં માપનો નમનકોણ બતાવે છે. કેટલાંક થરમાં તો એની નમવાની દિશા પણ તદન બદલાઇ જાય છે. આમાં થરનો વળાંક કારણભૂત હોય છે. આંતર ક્ષોભોને આધીન થઇ ખડકનાં થર એના બન્ને છેડાની દિશામાંથી અંદર અને અંદર દબાવા

માડે છે જુઓ આકૃતિ ૩૪, ૩૫ ત્યારે એ બધાં થર



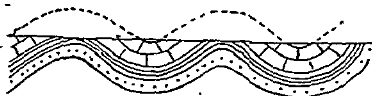
આકૃતિ ૩૪, ૩૫

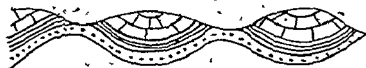
અનુપૃષ્ઠ ખડકનાં થર દબાઈને વળાંક લેતાં પહેલાં કરતાં ઓછી જગા રોકે છે. બે તીર દબાણની દિશા સૂચવે છે. ક. અપગામી ઉભયપક્ષી નમન; ડ.-ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમન

વળાંક લઈને ઉપર આવે છે અને પહેલાં કરતાં ઘણા ઓછા વિસ્તારમાં સમાઇ જાય છે. આ રીતે જલકૃત ખડકોનાં થરમાં થતી વળાંકોની ઉત્પત્તિ સમઝાવી શકાય. આ વળાંક ઘણા જ ધીમે અને ઘણે દીર્ઘ કાળે અસ્તિત્વમાં આવે છે એ વસ્તુ ધ્યાનમાં રાખવા જેવી છે.

ભિન્નભિન્ન જલકૃત ખડકોમાં થરના આખા સંઘાતની બારીક તપાસ કરતાં માલૂમ પડશે કે થરનો કેટલોક ભાગ વળાંક લેતો હોય છે જુઓ આકૃતિ ૩૫; અને થરના બે ભાગો મધ્ય ધરીથી સામસામી દિશામાં નમેલા હોય છે. વળી એનો કેટલોક ભાગ નીચે વળાંક લેતો હોવાથી થરના એ ભાગો મધ્ય ધરીથી એકબીજા તરફ નમેલા હોય છે. ક આગળનો જે વળાંક ઊંચા ટેકરાજેવો જણાય છે તે **અપગામી ઉભયપક્ષી નમન** એ નામે ઓળખાય છે; અને

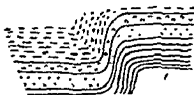
શિંડી ખીણુ બનાવતેા ક આગળનેા વળાંક 'ઉપગામી **ઉભયપક્ષી નમન** કહેવાય છે. આ અપગામી અને ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમન-વાળાં ખડકેા પણુ કાળક્રમે ખવાઈઘસાઈ જતાં આકૃતિ ૩૬ માં





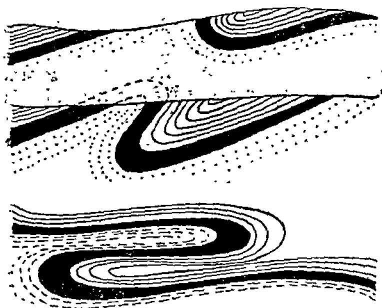
આકૃતિ ૩૬, નૈસર્ગિક બળોથી ઘસાઈને ઉપરના વળના અનાવૃત અંશ સપાટ જમીન જેવા પણ બને છે અને વધારે ઘસાવાથી ખીણને ને પહાડને પણ જન્મ આપે છે.

બતાવ્યા જેવું રૂપ એ ધારણુ કરે છે અને પર્વતની જગાએ ખીણુ અને ખીણુની જગાએ પર્વત બને છે. ઉપગામી કરતાં અપગામી નમનવાળેા ભાગ વધારે ત્વરાથી ખવાવાથી આ વસ્તુસ્થિતિ ઉપસ્થિત થયાનું મનાય છે. એક જ દિશામાં નમીને ફરી પાછા અનુપૃષ્ઠ દશામાં આવેલાં થર **એકપક્ષી નમન** બતાવતાં કહેવાય છે જુઓ આકૃતિ ૩૭.



આકૃતિ ૩૭ એક બાજુ નમન

ઉભયપક્ષી નમનવાળાં થરોમાં નમતા બન્ને ભાગના નમનકોણ સરખા હોય તો એ અસમપ્રમાણ ઉભયપક્ષી નમન ગણાય છે જુઓ આકૃતિ ૩૬; જ્યારે એક બાજુનો નમનકોણ બીજી બાજુના નમનકોણ કરતાં નાનો કે મોટો હોય તો એ અસમપ્રમાણ ઉભયપક્ષી નમન કહેવાય છે જુઓ આકૃતિ ૩૮ અ.



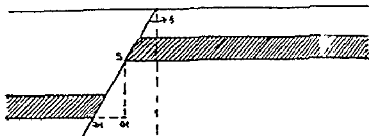
આકૃતિ ૩૮-અ, અસમપ્રમાણ બંને બાજુ નમતાં થર બ, ક, ઉલટાં થઇને ઊંધાં વળી ગયેલાં બન્ને બાજુ નમતાં થર

કોઇક વખત ખડકનાં થર એટલો બધો મોટો વળાંક લે છે કે તેથી એ થરના કેટલાક ભાગ ઊંધા વળી જઇને નવાની ઉપર જૂના એમ અનુક્રમે ઉલટાઈ જાય છે. જુઓ આકૃતિ ૩૮ બ, ક. પૃથ્વીના બાહ્ય કવચના ભાગમાં આંતર બળો પોતાનું પ્રચંડ બળ

વાપરી રહ્યાં હોય છે તે જગાનાં ખડકોનાં થર આ અવસ્થા અનુભવે છે. હિમાલયપર્વતમાં આ વસ્તુસ્થિતિ ઘણે ઠેકાણે જણાય છે, કારણ કે એ પર્વતો પણ આંતર બળો અને સંક્ષોભોને લીધે જ અસ્તિત્વમાં આવ્યા છે. યુરોપમાં એ રચનાનાં સુંદર દૃષ્ટાંતો આલ્પ્સપર્વતોમાં મળી આવે છે.

અપચ્છેદ:

બાહ્ય કવચમાં થતી ઊથલપાથલને અંગે કવચોનાં ખડકો ઊંચાંનીચાં થાય છે કે ક્યાંક કોઇ વખતે તો આંતર બળોનું જોર એટલું બધું વધી જાય છે કે ખડકો પોતાનો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ ગુમાવી દે છે અને ખડકની સ્થિતિસ્થાપકતાની હદ આવી જતાં ખડક તૂટે છે. તૂટતાની સાથે એક ખડકના બન્ને ભાગો ઊંચાનીચા થાય છે; એટલું જ નહિ પણ એકબીજાથી અસમ થઇને સામસામી દિશામાં ખસે છે જુઓ આકૃતિ ૩૯. આવી રીતે તૂટેલા



આકૃતિ ૩૯ અનુપૃષ્ઠ-અંતર (અ. બ.) અભિપૃષ્ઠ અંતર (ડ. બ.) અપચ્છેદ કોણ (ક)

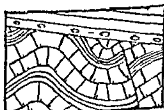
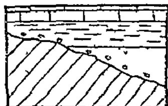
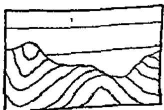
ખડકને ખડકનો અપચ્છેદ થયો એમ કહેવાય છે. એ રીતે જોતાં ખડકોમાં જે ફાટ પડી હોય છે અને ત્યાંના ખડકો ઊંચેનીચે કે આજુબાજુ ખસ્યા હોય તો તેને આપણે અપચ્છેદ કહી શકીએ. અપચ્છેદની ફાટ આગળ ખડકનાં થરનો એક ભાગ અટકી જતો જણાય છે અને બીજો ભાગ ફાટની બાજી બાજુએ પહેલા ભાગથી ઊંચો

કે નીચો ખસેલો જણાય છે. **અપચ્છેદની ફાટ** એક તો અભિપૃષ્ઠ દિશામાં જાય છે અથવા તો આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે તેનાથી સહેજ ત્રાંસી જાય છે. અભિપૃષ્ઠ રેખા સાથે અપચ્છેદની ફાટે કરેલા ખૂણો અપચ્છેદના નમનખૂણા તરીકે ગણી શકાય. આ ખૂણાને 'કાણમાં આપણે **અપચ્છેદકોણ** કહીશું'. અપચ્છેદની જે દિશામાં થરના ભાગ નીચે સરી પડ્યા હોય તેને **નિચ્છેદ** કહે છે અને બીજી સામેની દિશામાં ઊંચે ચડેલા લાગે છે એટલે એને **ઉચ્છેદ** કહેવામાં આવે છે. વળી, ઉપર કહ્યું તેમ તૂટેલાં થરના બન્ને ભાગ અનુપૃષ્ઠ અવસ્થામાં એકબીજાની સામેની દિશામાં પણ ખસે છે. બન્ને ભાગના છેડાની વચ્ચેના અંતરને અપચ્છેદના **અનુપૃષ્ઠ અંતર** તરીકે ગણવામાં આવે છે. બન્ને છેડાનાં ઊંચેનીચે થયેલાં અંતરને અભિપૃષ્ઠ અંતર ગણીશું. **આકૃતિ ૩૯** માં આ વિશેની માહિતી આપવામાં આવી છે. બાહ્ય કવચની જુદીજુદી દિશામાં હીલચાલને લીધે અપચ્છેદ પણ ઘણી જાતના જુદાજુદા પ્રકારના જણાયા છે. એમાં **અનુરોધી** અને **વિરોધી** એ બે જાતના અપચ્છેદો મુખ્ય છે. અનુરોધી અપચ્છેદમાં અપચ્છેદકોણ નિચ્છેદની દિશામાં નમેલો હોય છે; જ્યારે વિરોધી અપચ્છેદમાં એનું નમન ઉચ્છેદની દિશામાં હોય છે.

ક્રમભંગ :

પૃથ્વીનો ઇતિહાસ આલેખવા માટે બાહ્ય કવચમાંનાં જલકૃત ખડકોમાં મળતા અવશેષો ઘણા ઉપયોગી છે એ આપણે આગળ જોઇ ગયા. ભૌતિક અપક્ષય, અપાવરણ, વગેરે કારણોને લીધે ખડકોનો વિનાશ પણ થતો રહ્યો છે. ખડકોનો વિનાશ થતાં એની અંદર જળવાયલા અવશેષોનો પણ નાશ થાય છે જ. પૃથ્વીનું પૃષ્ઠ તપાસતાં એવું માલૂમ પડે છે કે નૈસર્ગિક બળોએ ખડકોના અનાવૃત અંશને ખોદી કાઢી, એની અંદર ઊંડાંઊંડાં કોતરોને જન્મ આપ્યો છે. પૃથ્વીના ભૂતકાળમાં પણ આવું બન્યું છે અને તેને લઇને આખા

ભૂસ્તરક્રમમાં કયાંકયાંક નાનીમોટી ત્રુટીઓ માલૂમ પડી છે. એટલે એ કાળનો પૃથ્વીનો ઇતિહાસ અણઉકેલ્યો જ રહ્યો છે; કહો કે ઇતિહાસપુસ્તકનાં એટલાં પાનાં નષ્ટ થયાં છે. પૃથ્વીના સળંગ સ્તરક્રમમાં જણાતી આવી ત્રુટીઓ ક્રમભંગને નામે ઓળખાય છે. આ સમયમાં જલકૃત ખડકોની નિર્માણક્રિયા તે જગામાં બંધ થઈ ગઇ હોય છે. આ ક્રમભંગકાળ કરોડો વર્ષ સુધી પણ લંબાય છે. આકૃતિ ૪૦ માં વાંકીચૂકી રેખા ક્રમભંગસ્થાન બતાવે છે.

આકૃતિ ૪૦ ક્રમભંગ બતાવતી જુદીજુદી આકૃતિઓ

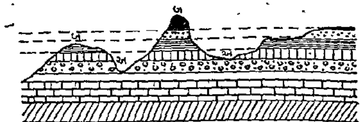
નીચલા સ્તરસંઘાતની ભૌતિક અપક્ષય, અપાવરણથી ખવાઇ ગયેલી સપાટી ઉપર નવા સંઘાતનાં સ્તરો બંધાયાં છે.

ક્રમભંગવાળી આખી સ્તરશ્રેણીમાં જૂના અને નવા બન્ને સંઘાતના નમનકોણનાં માપ અને દિશા ઘણી વખત જુદાંજુદાં હોય છે, એમ પણ બને છે કે ક્રમભંગસ્થાનની ઉપરનું પહેલું મોટે ભાગે કૉંગ્લોમરેટનું સ્તર જ હોય છે; અને એ

કૉંગ્લૉમરેટ સ્તરમાં એની નીચે આવી રહેલા સ્તરના ટૂકડા મળે છે.

અંતઃસ્થિત અને બહિઃસ્થિત ખડકો :

આકૃતિ ૪૧ માં બતાવ્યા પ્રમાણે અનુપૃષ્ઠ દશામાં રહેલાં ખડકોનો ભૌતિક અપક્ષય, અપાવરણ વગેરેથી વિનાશ થાય છે; ત્યારે વિનાશથી બચી ગયેલાં એ ખડકોના કેટલાક ભાગ ડુંગરા તરીકે ઊભા હોય છે. આ પ્રમાણે એક સપાટ પ્રદેશમાં બેત્રણ એવા ડુંગરાઓનો જન્મ સંભવે છે.



આકૃતિ ૪૧

અ. અંતઃસ્થિત ખડક; બ. બહિઃસ્થિત ખડક

આ ડુંગરાઓને આજે તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે કોઈ કાળે તેઓ એકબીજા સાથે જોડાયલા હતા. એક પ્રદેશના જ એ જુદાજુદા અંશ છે એટલે એનાં સ્તરો પણ એકબીજા સાથે સંબંધ ધરાવે છે. એમાંના કોઈ પણ ડુંગરાને તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે એની ટોચ ઉપર એકદમ નવું સ્તર છે; જ્યારે એની આસપાસ બધાં જૂનાં સ્તરો અનાવૃત થયાં છે. જૂનાં સ્તરો નવાં સ્તરોની આસપાસ પડ્યાં હોય છે ને એવાં ખડકોને **બહિઃસ્થિત** ખડકો કહે છે. એનાથી ઊલટું એ ડુંગરાઓની પાસે ખીણમાં જોતાં માલૂમ પડશે કે જૂનાં સ્તરની આસપાસ નવાં સ્તરો પડ્યાં છે. એ ખડકો **અંતઃસ્થિત** કહેવાય છે.

★

પ્રકરણ ૧૨

વિકૃત ખડકો

આરસપહાણના પથ્થર, સ્લેટ, નાઇસ, શીસ્ટ, આદિ બધા ખડકો વિકૃત ખડકો કહેવાય છે. બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાં જતાં ઉષ્ણામાન અને સાથે ઉપરનું ખડકોનું દબાણ એટલું બધું તો વધી જાય છે કે તેને લઇને ઊંડાણમાં રહેવા કોઇ પણ જાતના ખડકો પોતાનું જૂનું સ્વરૂપ બદલી કાંઇક નવીન જ રૂપાંતર પામે છે. આ ફેરફાર કોઇ વખત ફક્ત એના બાહ્ય સ્વરૂપને જ બદલી નાંખે છે, તો વળી કોઇક વખત તો એનાં રાસાયનિક તત્વોમાં અદલા બદલી કરીને તદન નવાં જ ખડકને જન્મ આપે છે, દષ્ટાંત તરીકે, માટીપાષાણ ઘણા ભારે દબાણ હેઠળ દબાઈ રહેલાં સ્લેટમાં રૂપાંતર પામે છે, અને રેતીપાષાણના રેતીદાણા દબાતા એકેક સાથે જોડાઇ જઇને કવૉર્ટ્ઝાઇટ કહેવાતા વિકૃત ખડકનું રૂપ ધારણ કરે છે. બાહ્ય સ્વરૂપમાં થતા ફેરફારોનાં જ આ દષ્ટાંત છે ઉષ્ણામાન અને દબાણનું પ્રમાણ વધતાં સ્લેટખડકમા ટુરમેલીનખનિજો જન્મ લે છે ત્યારે એ ખડક રાસાયનિક રૂપાન્તર પામ્યું એમ કહેવાય છે.

આ પ્રમાણે બધાં વિકૃત ખડકો એક કાળે બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાં રહ્યાં હશે એમ આપણે માની શકીએ અને ઉપરના પડનો ભૌતિક અપક્ષયથી વિધ્વંશ થતાં એ ફરીને આપણને જમીન ઉપર દેખા દે છે.

ખડકોની વિકૃત દશા બે જુદાજુદા પ્રકારોને આભારી છે એ કુદરતમાં મળતા દાખલાઓ પરથી સમઝાય છે. જમીનના પડમાં પડેલા ચીરા કે ફાટોમાં બાહ્ય કવચના ઊંડાણમાંથી લાવાદ્રવ્યનું ... થતાં એના સંસર્ગમાં આવતાં ખડકોમા ફેરફારો (રાસાયનિક ... તિક) થાય છે આ પ્રકારથી વિકૃત દશા પામેલાં ખડકોને

સંયોગજન્ય રૂપાંતરવાળાં ખડકો તરીકે આપણે ઓળખી શકીએ. આ રીતે વિકૃતાવસ્થા પામતાં ખડકો ઘણો ઓછો ભાગ રોકે છે; કારણ કે ખડકોનો જેટલો ભાગ લાવાદ્રવ્યના સંસર્ગમાં આવે છે તેટલા જ ભાગમાં ફક્ત રૂપાંતર થાય છે.

પરંતુ વિકૃતાવસ્થાના બંને પ્રકાર, જે વિરાટ રૂપાંતર તરીકે ઓળખાય છે તે તો પૃથ્વીના કવચના ઘણા મોટા ભાગને સમેટી લે છે. કવચના ઊંડાણમાં ચાલી રહેલી નાની કે મોટી ઊથલપાથલો તેમ જ આસપાસથી થતાં દબાણો વગેરે લઇને પડબંધ તેમ જ બીજાં ખડકો વળાંક લઇ ઉપર આવે છે. પરંતુ એ દબાણથી પેદા થયેલાં ઘર્ષણ અને તેને કારણે ઉત્પન્ન થતી ગરમીથી એ ખડકો વિકૃતાવસ્થા અનુભવે છે. આ પ્રકારની રૂપાંતરક્રિયાને આપણે વિરાટ રૂપાંતરની ઉપમા આપીશું. પૃથ્વીના ઘણા મોટા ભાગનાં ખડકો આ પ્રકારની અસર હેઠળ આવી જાય છે. સંયોગજન્ય રૂપાંતરમાં ઉષ્મામાન જ મોટો ભાગ ભજવે છે, જ્યારે વિરાટ રૂપાંતરમાં ઉષ્મામાન અને દબાણ બન્નેનું કાર્ય મહત્ત્વનું બને છે.

આગ્નેય અને જલકૃત એમ બન્ને જાતનાં ખડકો ઉષ્મામાન અને દબાણને આધીન થતાં વિકૃત દશા અનુભવે છે એ હવે સમજી શકાશે. એવી રીતે વિકૃતાવસ્થાને પહોંચેલાં કેટલાંક ખડકોનું ટૂંકું વર્ણન નીચે આપવામાં આવ્યું છેઃ

વિકૃત ખડકોમાં નાઇસ અને સીસ્ટ ખડકો ખાસ ગણાવી શકાય. એ ખડકો એક કાળે ઘણાં જ દબાણ અને ગરમીની અસર હેઠળ આવ્યાં હશે એમ આપણે આજે કહી શકીએ. એ ખડકો એટલી હદ સુધી બદલાઇ ગયાં હોય છે કે એમનું પૂર્વરૂપ શું હશે તે પણ કલ્પી શકાતું નથી. દાખલા તરીકે, એ આગ્નેય કે જલકૃત ખડકમાંથી આ દશા પામ્યાં છે કે કેમ તે વિષે પણ કાંઈ કહી શકાતું નથી.

સીસ્ટ : એની રચનામાં અભ્રક ઘણો અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. સીસ્ટખડકમાં અભ્રકનું પ્રમાણ ઘણું મોટું રહે છે. અને અભ્રક સ્થિતિસ્થાપક હોવાથી એ દબાણને લઈને વળાંક લે છે અને ખડકની અંદર પડબંધ ગોઠવાઈ જાય છે અને વળોને જન્મ આપે છે. આ રીતે સીસ્ટખડકોની બાંધણી વળવાળી ગણાય છે. વળી વળની દિશામાં એ ખડકો સહેલાઈથી છૂટાં પણ પડી શકે છે. અભ્રક ઉપરાંત બીજું ખનિજ કવૉર્ટ્ઝ છે જે ગોળ દાણાદાર હોય તેની આસપાસનો અભ્રકનાં થરને બાઝેલાં હોય છે, જે આપણને દબાણની અસરનું સૂચન કરે છે. ઘણાં સીસ્ટ ખડકો જલકૃત માટીપાષાણમાંથી બન્યાં હોય છે; તો વળી કેટલાંક હૉર્નબ્લેંડ સીસ્ટ જેવાનો ઉદ્‌ભવ બેઝિક લાવામાંથી પણ થાય છે.

નાઈસ : આ જાતનાં ખડકો આગ્નેય ખડકો સાથે ઘણા મળતાં દેખાય છે. એનું અવયવસંઘટન પણ આંતર આગ્નેય ખડકોની માફક મોટમોટાં ખનિજોનું બનેલું હોય છે. પણ નાઈસની વિશિષ્ટતા એ છે કે એની અંદર કાળાં અને સફેદ રંગનાં ખનિજોની અકેક સીધી લીટીમાં ગોઠવણી થયેલી હોવાથી એ પટાપટાનો ભાસ આપે છે. નાઇસના ખનિજસમૂહમાં કવૉર્ટ્ઝ, ફેલ્સપાર અને અભ્રક ખાસ ગણાવી શકાય. તે ઉપરાંત ગાર્નેટ, ટુરમેલીન, વગેરે ખનિજો પણ નજરે ચડે છે. કેટલાંક નાઇસ ખડકો ગ્રેનીટમાંથી રૂપાંતર પામ્યાં હોવાનું કહેવાય છે.

સ્લેટ : આ પણ વિકૃત ખડક તરીકે ઓળખાય છે. છતાં એનો વિકૃતાવસ્થાનો પ્રકાર નાઇસ કે સીસ્ટ જેટલી હદે પહોંચ્યો હોતો નથી. જલકૃત માટીપાષાણ દબાણને આધીન થતાં એના બાહ્ય સ્વરૂપમાં ફેરફારો કરે છે. દબાણને લઈને એનું અવયવસંઘટન અતિશય સખ્ત અને ઘાડું બને છે. તે ઉપરાંત એમાં ફાટ પણ પેદા થાય છે. એની અંદર રહેલાં માટીનાં કણોની લાંબી ધરી દબાણને લઈને એક જ દિશામાં સીધી ગોઠવાઈ જાય છે અને એ રીતે ફાટનું અસ્તિત્વ સંભવે છે.

આરસપહાણના પથ્થર : બાંધકામના ઉપયોગમાં ઘણા જાણીતા થયેલા આરસપહાણના પથ્થર ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ વિકૃત ખડકો જ ગણાય.

પ્રકરણ ૧૩

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનાનું રેખાચિત્ર

આખા હિંદદેશની ભૂમિરચના લખતા પહેલાં એ દેશના કુદરતી વિભાગો શાશા છે અને એ કેવીકેવી રીતે ગોઠવાયા છે એ જાણવું અસ્થાને નહિ ગણાય. એકેકથી તદ્દન નિરાળા એવા ત્રણ જુદા કુદરતી વિભાગોનો બનેલો આ દેશ તેના ત્રણે વિભાગોમાં ભૌગોલિક-તેમ જ ભૂમિરચનાની અસમાનતા દાખવે છેઃ (૧) સિંહલદ્વીપના બેટ સાથે દ્વીપકલ્પનો ત્રિકોણાકાર પ્રદેશ પહેલા વિભાગમાં પડે છે; (૨) પશ્ચિમ, ઉત્તર અને પૂર્વમાં ઊભેલા ડુંગરાળા પ્રદેશનો બીજો વિભાગ બને છે; જ્યારે (૩) ત્રીજા વિભાગમાં સિંધુગંગાના કાંપથી બનેલા સિંધુનદીના તટથી બ્રહ્મપુત્રાના તટ સુધી વિસ્તારાયલા પ્રદેશને મૂકવામાં આવ્યો છે. દ્વીપકલ્પમાં મળતા ઊપલા પૅલિયોઝોઇક-યુગનાં અને તેની પછીના યુગનાં બધાં ખડકો હજી પણ અનુપ્રસ્થ દશા અનુભવે છે અને જે ખડકોએ ઢોળાવ લીધો છે તે પણ નહિજેવો જ કહી શકાય. આ ઉપરથી એમ કહી શકાય કે દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં ઘણા લાંબા વખતથી (ઊપલા પેલિયોઝોઇક-યુગથી માંડીને તે આજ સુધીમાં) કોઇ મહાન ઉત્કાપાતનું આક્રમણ નથી થયું. કોઇ ખાસ આક્રમણ ગણાવી શકાય તો તે કાર્બો-નિફરસયુગમાં દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં પડેલા ચીરાઓને લઇને ઉપસ્થિત થયેલા કુંડાના આકારના અપચ્છેદ છે. એની અંદર હિંદુ-સ્તાનની કોલસારૂપ આર્થિક સંપત્તિ ઘણીજ સારી રીતે જળવાઇ રહી છે. દ્વીપકલ્પનો મધ્ય અને પશ્ચિમ ભાગ લાવાથી (દક્ષિણટ્રેપ) આચ્છાદિત થયો છે અને ઊંચા, નીચા, સપાટ ડુંગરા અને ડુંગરીઓનો બન્યો છે. કિનારા પર મળતાં થોડા અવશેષવાળાં ખડકોના અપવાદ સિવાય

દ્વીપકલ્પના મોટા ભાગમાં પેલિયો૰ઝોઇક્યુગ કે તેનાથી પણ જૂના કાળનાં ખડકો જ મળે છે એ પણ બતાવે છે કે એ કાળ પછી દ્વીપકલ્પનું કવચ જમીનરૂપે જ રહ્યું છે, અને તેની ઉપર કોઈ પણ જાતનું (થોડા અપવાદ સિવાય) સમુદ્રના પાણીનું આક્રમણ નથી થયું એ રીતે જોતાં દ્વીપકલ્પના એટલાં ભાગ પૃથ્વીનાં જૂનામાં જૂનાં કવચ તરીકે પણ લેખી શકાય

હિમાલય, બલુચિસ્તાન અને બ્રહ્મદેશનો ડુંગરાળો પ્રદેશ એનાથી ઊલટી જ તદ્દન વિરુદ્ધ પ્રકારની માહિતી આપે છે ઘણા જૂનાં વિકૃત ખડકોની સાથે મળતા સામુદ્રિક અવશેષવાળાં થરોનું બનેલું એ કવચ કેમ્બ્રિયનયુગથી માંડીને હાલના રશિયારાયુગ સુધી સમુદ્રના પાણી હેઠળ બીજાનું હતું એની સાક્ષી પૂરે છે અને તે પછી હિમાલયપર્વતના ધીમેધીમે ઉપર આવવાથી સમુદ્રનાં પાણી ત્યાંથી અદૃશ્ય થઇ ગયાં છે એ તો હવે ભૂસ્તર વિજ્ઞાનીઓએ સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે

દ્વીપકલ્પ અને ડુંગરાળા ભાગોનું જોડાણ કરતો સિંધુગંગાનો પટ હિમાલયપર્વતોનાં થરોના ભૌતિક અપક્ષય અને અપાવરણથી ઉત્પન્ન થયેલા માટીદ્રવ્યથી બન્યો છે

ઉપર દર્શાવેલી વિગતો ઉપરથી જણાશે કે દ્વીપકલ્પનું કવચ ડુંગરાળ પ્રદેશનાં કવચથી તદ્દન જુદું પડે છે ડુંગરાળા પ્રદેશનું ભૂકવચ અદ્યપિપર્યંત ઘણું જ અસ્થિર અને ભૂકંપ અને એના જ બીજા આક્રમણોને આધીન રહ્યું છે અને એ કારણથી ઘણી યે વખત જમીન અને સમુદ્રે જુદું જુદું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે જ્યારે દ્વીપકલ્પનું કવચ કેમ્બ્રિયનયુગથી માંડીને તે આજસુધી બિલકુલ અચળ રહ્યું અને તેથી જ દ્વીપકલ્પમાં સામુદ્રિક જળની ક્રિયાઓથી બંધાયેલાં થરોની અછત માલૂમ પડે છે કિનારે કિનારે જ્યાં કોઇ કોઇ સ્થળે દેખાય છે તે સામુદ્રિક જળના તે તે યુગની જમીન પર થયેલા આક્રમણનાં ચિહ્ન તરીકે ઊભાં છે વળી દ્વીપકલ્પના

કેટલાક ભાગોમાં તળાવ, વગેરેમાં (મીઠા પાણીમાં) બંધાયેલાં ખડકો પણ મળે છે. આનું કારણ હવે પછી બતાવવામાં આવશે.

હિંદુસ્તાનના ભૂસ્તરમાં મળતાં જુદાજુદા યુગનાં ખડકોનાં થરનો ક્રમ નીચે આપવામાં આવ્યો છેઃ

યુરોપીય અને અમેરિકન સમદર્શી ક્રમ

અર્વાચીન	સિંધુગંગાનો ખદર પ્રદેશ; જૂના અને નવા કદમદીપ; નદીઓના કાંપ, વગેરે.
પ્લિસ્ટોસીન	નર્મદાગોદાવરીનો જૂનો કાંપ; પૅલિઓલિથિક ગ્રેવલ; સિંધુગંગાનો કાંપ; ભંગાર; રાજપૂતાના અને કચ્છનો રેતાળ પ્રદેશ; પોરબંદર રેતીપાષાણ.
પ્લાયોસીન અને ઊપલાવચલા માયોસીન	શિવાલિકવ્યૂહ, સિંધનો મંછારવ્યૂહ; હાડકાંના અવશેષવાળા પેરીમ બેટના કૉંગ્લોમરેટ.
નીચલા માયોસીન	સિંધ અને બલુચીસ્તાનનો મેકરાનવ્યૂહ; કચ્છના ગજસ્તરસંઘાત; સિંધના ગજસંઘાત.
ઑલીગોસીન	કચ્છના અને સિંધના નારીસંઘાત; કાઠિયાવાડનાં દ્વારકાસ્તર.
ઊપલા ઇઓસીન	સુરત, ભરૂચ, રાજપૂતાના નમ્યુલાઇટ ખડકો;
નીચલા ઇઓસીન	સિંધના કીરથારસંઘાત; સિંધના લાકી અને રાણીકોટસંઘાત.
ક્રીટેશિયસ	દક્ષિણટ્રેપ; લૅમેટા અને બાગસ્તર; સિંધ બલુચીસ્તાનના પ્રદેશરેતીપાષાણ,
જ્યુરાસિક	ઉપલો ગૉંડવાનાવ્યૂહ; કચ્છના જ્યુરાસિકવ્યૂહ (સામુદ્રિક) હિમાલયનાં જ્યુરાસિક ખડકો
ટ્રાયાસિક	મધ્યગોંડવાનાવ્યૂહ; હિમાલયનાં ટ્રાયાસિક ખડકો.
પર્મિયન	નીચલો ગોંડવાનવ્યૂહ; સૉલ્ટ પ્રોડક્ટ્સવાળાં ચૂનાનાં ખડક.
પર્મિયન—કાર્બોનિફરસ	ટાલચીરસંઘાત (નીચલાગૉંડવાના); કાશ્મીરના ગંગામાપટેરીસ અવશેષવાળાં ખડકો.

આર્યન—[ચાલુ]

કાર્બોનિફરસ	સ્પીટી અને કાશ્મીરનાં કાર્બોનિફરસ ખડકો.	દ્રાવિડ વિભાગ
ડેવોનિયન	બ્રહ્મદેશના ડેવોનિયન ખડકો, સ્પીટી અને કાશ્મીરના મધ્યસ્થ ધાત	
સીલુરિયન	સ્પીટી અને કાશ્મીરનાં સીલુરિયન ખડકો.	
ઑરડોવિશિયન	સ્પીટી અને કાશ્મીરના ઑરડોવિશ્યન ખડકો	
કેમ્બ્રિયન	સ્પીટી, કાશ્મીર, સૉલ્ટરેંજનાં કેમ્બ્રિયન ખડકો.	
ટોરીડોનિયન	વિંધ્યવ્યૂહ	પુરાણ યુ
ઑલગોનકીયન	કડાપ્પાવ્યૂહ	
હ્યુરોનિયન	ધારવાડવ્યૂહ	આર્ય યુ
લોરેન્શિયન	આર્કિયનવ્યૂહ—ગ્રેનીટ અને નાઇસ.	

સૌથી જૂનામાં જૂના કાળનાં ખડકો જે આર્કિયન નામે ઓળખાય છે એ નાઇસ અને સીસ્ટ તરીકે જાણીતાં થયેલાં વિકૃત ખડકો છે. આ ખડકોનો ઉદ્ભવ શી રીતે અને શેમાંથી થયો હશે એ વિષે બોલતાં 'ઇંડિયન જ્યૉલૉજિકલ સર્વે'વાળા શ્રી ડી. એન. વાડીઆ લખે છે: પૃથ્વીનાં એ જૂનામાં જૂનાં કવચની ઉત્પત્તિ શી રીતે થઈ હશે એ નક્કી કરી શકાયું નથી પરંતુ નીચે જણાવેલી માન્યતાઓને કારણભૂત ગણવામાં આવી છે.

(૧) વાયુ અથવા પ્રવાહી સ્થિતિમાંથી રૂપાંતર પામીને બંધાયેલા ઘનપડને આર્કિયન ખડકો ગણી શકાય, (૨) વળી કેટલાકનું માનવું છે કે તે વખતના સમુદ્રમાં હાલના કરતાં જુદા જ વાતાવરણની અસરથી જે જલકૃત ખડકો બંધાયાં હતાં તેઓએ વિકૃત દશા ધારણ કરીને આર્કિયન ખડકોને જન્મ આપ્યો હશે, (૩) વળી એમ પણ કહેવાય છે કે આગ્નેય ખડકોનું જ ફક્ત વિકૃત દશામાં રૂપાંતર થયું છે. આર્કિયન ખડકોની ઉત્પત્તિ ગમે તે રીતે થઇ હોય પરંતુ એ બધાં

ખડકો દુનિયાના દરેક ભાગમાં વિકૃત દશા પામેલા છે એ હવે તદ્દન નિર્વિવાદ છે. અને એ ખડકોમાં કયાંય પણ તે સમયના અવશેષનાં કોઈ પણ ચિહ્ન જણાતાં નથી. આનાં બે કારણ આપવામાં આવ્યાં છે: (૧) કાં તો તે સમયમાં પ્રાણી કે વનસ્પતિકુલ જીવ પૃથ્વીના પડ ઉપર જન્મ્યો નહિ હોય; અથવા તો (૨) જે કોઇ પણ વનસ્પતિ-પ્રાણીકુલ અવશેષો રહ્યા હોય તેનો તે ખડકોની વિકૃત દશા થતાં સદંતર નાશ થયો છે. અને આ બીજી માન્યતા વધારે પ્રચલિત બની છે; કારણ કે પ્રાચીન તેમ પહેલવહેલા અવશેષ જે કેમ્બ્રિયનયુગનાં ખડકમાં આપણને મળે છે એ બિલકુલ અનુત્ક્રાન્ત દશામાં નહિ, પણ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલી અવસ્થામાં મળે છે.

આર્કિયનયુગનાં ખડકો બધાં વિકૃત ખડકો જ છે અને જ્યાંજ્યાં એ જણાયાં છે ત્યાંત્યાં તેને વિભાગના નામો તેને આપવામાં આવ્યાં છે, જેવાં કે બંગાળા નાઇસ, બુંદેલખંડ નાઇસ, દ્વીપ-કલ્પાત્મક નાઇસ, ચાર્નોકાઇટસ, વગેરે. એમાં નાઇનાસ ગ્રેનીટ, ચાર્નોકાઈટસ, સાયેનાઇટ, અનોર્થોસાઇટ, અન્યુલાઇટસ, માર્બલ, કેલ્કનાઇસ, વગેરે, ખડકોનો સમાવેશ થાય છે.

ધારવાડવ્યૂહ:

આ યુગનાં ખડકો આર્કિયન નાઇસને ઘણાં મળતાં આવે છે અને લગભગ એ જ યુગનાં હોય એમ લાગે છે. પૃથ્વીના ભૂકવચ-માં પહેલવહેલા અસ્તિત્વમાં આવેલા ખાડાઓ (સમુદ્ર)માં ભરાયેલાં પાણીમાં એ ખડકો બંધાયાં હતાં અને તેથી એ જલકૃત ખડકોમાંથી ઉદ્ભવ્યા હોવાનું મનાય છે. એમાં મળતાં ખડકોમાં સ્લેટ, હોર્નબ્લેંડ અને ક્લોરાઇટ સીસ્ટ, ક્વોર્ટ્ઝાઇટ, ચૂર્ણપાષાણ, આદિ મુખ્ય છે. ધારવાડમાં આ ખડકોના અનાવૃત અંશ ઘણા સારા પ્રમાણમાં મળે છે. તે ઉપરાંત રાજપૂતાનામાં અરવલ્લીપર્વતો પણ એના જ બન્યા છે. અને મહીસુર રાજ્ય, મધ્ય પ્રાંતો અને છોટા નાગપુરમાં પણ

મળ્યા છે. આ ખડકોમાં જણાતી ક્વૉર્ટ્‌ઝની શિરામાં સોનાનો જથ્થો ઠીકઠીક પડેલો છે, જેમાંથી સોના જેવી ધાતુ પ્રાપ્ત કરી શકાય છે. કોલરની સોનાની ખાણો પણ આ જ યુગનાં ખડકોમાં મળી છે.

બીજી ઘણી ઉપયોગી ધાતુઓ પણ આ યુગનાં ખડકોમાંથી મળી શકી છે. આ યુગનાં ખડકોમાંથી સોનું, મૅંગેનીઝ, લોખંડ, તાંબું, ટંગ્સટન અને સીસા જેવી ધાતુઓ મોટા પ્રમાણમાં મળે છે. મોગલ બાદશાહોનાં જગત્પ્રસિદ્ધ મહાલયો અને મહેલાતોના બાંધકામમાં વપરાયેલા સુંદર આરસપહાણના પથ્થરો—જેવા કે મેકરાના માર્બલ્સ—આ યુગનાં ખડકોએ જ પૂરા પાડયા છે.

એપાર્કીઅન ક્રમભંગ :

ધારવાડવ્યૂહ પછી બંધાયેલાં ખડકો જે કડાપ્પા અને વિંધ્યવ્યૂહ નામે ઓળખાય છે એ બધાં ખડકોનો પુરાણા વિભાગમાં સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. મળેલી વિગતો પરથી એમ માલૂમ પડે છે કે ધારવાડવ્યૂહનાં ખડકો બંધાયા પછી હિંદુસ્તાનનું ભૂકવચ ઘણું ભયંકર ઉલ્કાપાતોને અધીન બની ગયું હતું; અને તેમાં મોટી પર્વતમાળાઓનો જન્મ થયો હતો અને તે પછી પાછો તેનો વિધ્વંસ પણ થયો હતો. પુરાણા વિભાગનાં જૂનામાં જૂનાં ખડકોનું બંધારણ અપાવરણદશાવાળા ધારવાડયુગનાં ખડકો પર થયું હતું. કોઇ પણ જીવશેષ વિનાનાં આ ખડકોમાં સ્લેટ, ક્વૉર્ટ્‌ઝાઇટ રેતીપાષાણ, અને ચૂર્ણપાષાણ અરવલ્લીની પર્વતમાળામાં, મદ્રાસમાં કડાપ્પાના વિસ્તારમાં અને મધ્ય હિંદુસ્તાનના વિંધ્યપર્વતોમાં ખાસ નજરે પડે છે. આ ક્રમ આગળ આપવામાં આવેલા કોઠામા બતાવવામાં આવ્યો છે.

કડાપ્પાવ્યૂહકાળ સુધી તો હિંદમાં કોઇ પણ પ્રાણી કે વનસ્પતિ-કુલમાત્રનો જન્મ થયો હોય એમ લાગતું નથી. ફક્ત વિંધ્યયુગમાં એના ઝાંખાંઝાંખાં ચિહ્નો નજરે પડે છે અને તેની પછીના

કૅમ્બ્રિયનયુગમાં તેા જીવાશેષ ઘણુા જ ઉત્ક્રાન્તિ પામેલી દશામાં અને મેાટા પ્રમાણુમાં મળે છે. આ ઉપરથી એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે કે જીવમાત્રનેા ઉષઃકાળ વિંધ્યયુગ કે કદાચ તે પહેલાંનેા પણુ હેાય.

ઘણા જ સુંદર અને સખ્ત બાંધકામમાં ઉપયેાગમાં લેવાતા પથ્થરેા વિંધ્યયુગની વિશિષ્ટતા છે. જગત્પ્રસિદ્ધ થયેલા હિંદુસ્તાનના 'ગેાલકેાંડાના' હીરા પણુ વિંધ્યયુગના એક કૉંગ્લેામરેટનાં થરમાંથી મળ્યાં છે. ધારવાડયુગના અંતકાળમાં જન્મ પામેલા આરાવલિપર્વતેા જે ગુજરાતથી માંડીને હિમાલય સુધી લંબાયા હતા તે પણુ પૅલીઓઝેાઇક અને મેસેાઝેાઇકયુગની ભૂગેાળમાં અગત્યનું સ્થાન ભેાગવતા હતા.

પૅલીઓઝેાઈક વિભાગકાળ

પુરાણા વિભાગકાળ પછી જે દ્રાવીડી વિભાગની ગણતરી કરવામાં આવી છે એ દ્રાવીડી વિભાગના એક પણુ ખડકનાં ચિહ્ન દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં મળતાં નથી. દ્વીપકલ્પનું ભૂકવચ આ કાળે નૈસર્ગિક નાશકારક ક્રિયાઓને આધીન રહ્યું હતું અને કેાઇ પણુ જાતના ખડકેાનું બંધારણુ થયું હતું નહિ. કેમ્બ્રિયનથી માંડીને ઉપલા કાર્બોનિફેરસકાળ સુધી દ્વીપકલ્પ પ્રદેશની આ દશા રહી હતી, જે દ્વીપકલ્પના ભૂસ્તરક્રમમાં એક ખેાવાયેલી સાંકળની કડી તરીકે જ રહે છે. પરંતુ ડુંગરાળ પ્રદેશમાં વસ્તુસ્થિતિ તદ્દન જુદી જ હતી. હિમાલયપર્વતને સ્થાને અસ્તિત્વ ભેાગવતા સમુદ્રમાં જલકૃત ખડકેાનું નિર્માણુ ચાલુ હતું અને તેથી કાશ્મીર અને સ્પીટીમાં આપણુને કૅમ્બ્રિયન, ઑરડેાવીશિયન, ડૅવેાનિયન અને કાર્બોનિફરસયુગનાં ખડકેા આજે જોવા મળે છે.

દ્રાવીડી વિભાગ યુગના અંતકાળની હિંદની ભૂગોલ

દ્રાવીડીયુગના અંતમાં હિંદનું ભૂકવચ ફરીને એકવાર ભયંકર ઉલ્કાપાતોની અસર હેઠળ આવ્યું. આ કાળે હિંદુસ્તાનમાં હિમયુગ પણ પ્રવર્તેલો હતો. એનાં ચિહ્નો પણ બોલ્ડર થર અને કૅંગ્લોમરેટમાં જળવાયાં છે. આજના હિમાલયના સ્થાને વિસ્તરેલો ટાઇથીઝ નામનો મહાસાગર વધારે ઊંડો જતો હતો અને હઝારાથી આસામ સુધી એ સમુદ્રનાં પાણીની છોળો ઊડતી હતી. ઊપલા કાર્બોનિફરસ-કાલથી માંડીને તે ઇઓસીનકાળ સુધીના ખડકો આ સમુદ્રમાં બંધાયાં જે બધાને આર્ય વિભાગમાં મૂકવામાં આવ્યાં છે.

દ્રાવીડીયુગના અંતકાળમાં દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં કોક જુદા જ પ્રકારના ઉલ્કાપાતો ચાલી રહ્યા હતા. એને લઇને એના ભૂકવચમાં ચીરા પડતાં કેટલાક મોટા ખાડાઓનો ઉદ્ભવ થયો હતો. આ ખાડા-ઓમાં આસપાસનાં નદીનાળાંના વહેણમાં આવતો કાંપ પડીને જલકૃત ખડકો બંધાતાં હતાં.

ગૅાંડવાપદ્ધતિ

નર્મદાનદીની દક્ષિણે ગૅાંડ નામના પ્રદેશમાં દ્વીપકલ્પમાં આ ખાડાઓ અસ્તિત્વમાં આવ્યા હતા અને એની અંદર નદીઓનો કાંપ અને તેની સાથે તે કાળનાં વનસ્પતિપ્રાણીકુલના અવશેષોનો સંગ્રહ થતો હતો. જળમય ક્રિયાથી બંધાયેલા એ જલકૃત ખડકો આજે ગૅાંડવાવ્યૂહને નામે ઓળખાય છે. દામોદર, મહા, ગોદાવરી એ નદીઓની ખીણોમાં અને સાતપુડાના પર્વતોમાં આ ખડકો મળ્યાં છે. ૨૦થી ૮૦ ફૂટ જાડા કોલસાનાં થર ગૅાંડવાના વ્યૂહના નીચલા ભાગમાં મળે છે જે તે કાળના મધ્ય હિંદમાં વૃદ્ધિ પામેલાં ઘાડાં જંગલો હતાં તેના સૂચનરૂપે છે. એ કાળનો હિમયુગ પણ હિંદના દ્વીપકલ્પપ્રદેશ પર લગભગ ૨૦° અક્ષાંશ સુધી વિસ્તરેલો હતો જેનાં ચિહ્નો એનાં નીચલા બોલ્ડરથરમાં મળે છે.

જૂનો હિંદઆફ્રિકા ખંડ

આ જ સમયમાં આવી જ જાતના નદીના કાંપથી ઉપસ્થિત થયેલાં જલકૃત ખડકો ઑસ્ટ્રેલીઆ, માડાગાસ્કર અને દક્ષિણ આફ્રિકામાં પણ બંધાયે જતાં હતાં. આજે આ દેશોના એ કાળનાં થરોમાંથી મળતા ઇયુરીડેઝમાં અને ઉરગ પ્રાણીના અવશેષો તપાસતાં એવી માન્યતા બંધાઇ છે કે હિંદુસ્તાન, આફ્રિકા (પેંટાગોનીઆ) ઓસ્ટ્રેલીઆ એકબીજા સાથે તે કાળે જમીનથી જોડાયેલા હોવા જોઇએ અને આજના હિંદી મહાસાગરને સ્થાને તે કાળે જમીન જ હોવી જોઇએ. હિંદુસ્તાન, ઓસ્ટ્રેલીઆ અને આફ્રિકાના જોડાણપ્રદેશને ગોંડવાના પ્રદેશનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. ગોંડવાના પ્રદેશની ઉત્તરની હદ તે હિમાલય મહાસાગર–ટાઇધીઝનો કાંઠો હતો. ચીનના નૈઋત્ય ખૂણાથી માંડીને તે હાલના ભૂમધ્યસમુદ્ર સુધી એ વિસ્તરેલો હતો.

ડુંગરાળ પ્રદેશમાં પ્રવર્તેલા સમુદ્રનો કાળ

દ્વીપકલ્પમાં ગોંડવાના પ્રદેશનાં ખડકોમાં જમીન પર વસતાં પ્રાણી, વનસ્પતિકુલોનો સંગ્રહ થતો હતો ત્યારે ડુંગરાળ પ્રદેશમાં ટાઇધીઝ મહાસાગરમાં બંધાતાં જલકૃત ખડકો તે કાળના સામુદ્રિક જીવાશેષોને સંઘરતાં હતાં. સૉલ્ટરેંજમાં પર્મો–કાર્બોનિફેરસ અને પર્મિયન યુગનાં ખડકો ઘણી જ સંપૂર્ણ દશામાં જળવાયેલાં મળે છે, જેની અંદરથી ઇયુરીડીઝમાં, ગંગામોપટેરીસ ગ્લોસોપટેરીસ જેવા અવશેષો મળ્યા છે. આ અવશેષો એ ખડકોનું યુગાન્તર સ્થાપવાને માટે ઘણા ઉપયોગી જણાયા છે. ધીમેધીમે ઊંડા જતા ટાઇધીઝ મહાસાગરમાં માટીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણનાં ઘણાં જાડાં થરો બંધાયાં છે જેનું યુગાન્તર પર્મિયન, ટ્રાયાસ, જ્યુરાસિક અને ક્રિટેશિયસયુગમાં ગણવામાં આવ્યું છે.

સમુદ્રજલ આક્રમણ

આર્ય વિભાગના અન્તરગાળા દરમિયાન હિંદ દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં કોઇ ખીજી જ પ્રવૃત્તિ ચાલી રહી હતી. ગૉંડવાનાકાળની સમાપ્તિ બાદ જ્યુરાસિક અને ક્રિટેશિયસ યુગમાં હિંદ કે આફ્રિકા ખંડમાં દાખલ થઇ મહાસાગરના ફાંટા પહોંચી ગયા હતા. આવો એક ફાંટો કચ્છના પ્રદેશને ભીંજવી રહ્યો હતો જેની અસર હેઠળ લગભગ ૬૦૦૦ ફૂટ જેટલાં જાડાં ખડકોનાં થર બંધાયાં હતાં. આ સમુદ્રનો ફાંટો ઇશાનમાં રાજપૂતાનામાં જેસલમેર સુધી પહોંચ્યો હતો. આ જ પ્રમાણે ત્રિચીનોપલ્લીનો કાંઠો પણ સમુદ્રનાં પાણીની અસર હેઠળ રહ્યો હતો જેની અંદર લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જાડા રેતીપાષાણ અને માટીપાષાણનાં થર બંધાયાં હતાં. નર્મદા અને આસામની ખીણમાં પણ આવી જ રીતે ક્રિટેશિયસ યુગમાં જલકૃત ખડકો બંધાયાં હતાં. નર્મદાની ખીણમાંનાં ખડકો લાગનાં થરોને નામે ઓળખાય છે. લેમેટાનાં થર પણ આ જ કાળનાં ગણાય છે.

દક્ષિણ સપાટ પ્રદેશનો જ્વાલામુખીકાલ, લાવા આક્રમણ

ક્રિટેશિયસયુગના અંતમાં દ્વીપકલ્પના ભૂકવચે જે ભયંકર અને મહત્ત્વના ઉત્કાપાતો અનુભવ્યા તેને પરિણામે દ્વીપકલ્પના ઘણા મોટા ભાગનું ભૂકવચ અંદરથી નીકળેલા લાવાથી આચ્છાદિત થઇ ગયું. લાંખો માઇલના વિસ્તાર પર પથરાયેલા આ લાવાએ આજના દક્ષિણની અધિત્યકા (સપાટ પર્વત) અને ટેકરીઓને જન્મ આપ્યો છે જેની અંદર સાથેસાથે જલકૃત ખડકો પણ બંધાયેલાં મળે છે. અન્તરગાળે બંધાયેલાં આ જલકૃત ખડકોમાં તે કાળનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિકુલનાં જેવાં કે તાડનાં ઝાડ, દેડકાં, મીન અને ઉરગપ્રાણીનાં અવશેષો મળે છે જે તે કાળના ઇતિહાસના ઊકેલનું ઘણું સારું માર્ગદર્શન કરાવે છે.

· દક્ષિણ ટ્રેપને બંધારણકાળ એ ટરશિયરીયુગને ઉપકાળ પણ ગણી શકાય. એ કાળે હિંદુસ્તાનની ભૂગોલમાં ઘણા મહત્ત્વનાં ફેરફારો થયા. ગૌંડવાના પ્રદેશના તૂટીને ભાગલા પડતાં આજના જૂદા આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન અને ઑસ્ટ્રેલીઆખંડો અસ્તિત્વમાં આવ્યા અને ટાઇથીઝ મહાસાગરમાં બંધાયેલાં જલકૃત ખડકોમાં આજની દુનિયાના સૌથી ઊંચા હિમાલયપર્વતો ઊભા થયા. સિંધનો અખાત તે કાળે કચ્છમાં થઇ પંજાબ, સીમલા અને નેપાલ સુધી લંબાયો હતો. પૂર્વમાં આસામ અને બ્રહ્મદેશના અખાતોને આરાકાનયોમાનાપર્વતો જુદા પાડતા હતા. ગંગાનદીવાળો પ્રદેશ પણ તે કાળે ઉત્તરમાં સિંધ અખાત તરફ ઢળાણ લેતો ખડકવાળો પ્રદેશ હતો.

ટરશિયરીયુગનો આખો ભૂસ્તરઇતિહાસ આ બે અખાતોમાં જળવાયો છે. આ બન્ને અખાતો અદશ્ય થવા સાથે એમની જગાએ સિંધુ અને ગંગાબ્રહ્મપુત્રાના જલપ્રવાહો અસ્તિત્વમાં આવ્યા. ઊપલા ક્રિટેશિયશયુગથી માંડીને ઊપલા પ્લાયોસીન સુધીનો આખો ભૂસ્તરક્રમ સિંધની ટેકરીઓમાં આજે આપણને જોવા મળે છે.

શિવાલિકવ્યૂહનાં થરોને પણ ઊપલા ટરશિયરીયુગનાં ઘણાં અગત્યનાં ખડકો તરીકે ગણાવી શકાય, કારણ કે એ ખડકો અવશેષથી ભરપૂર માલૂમ પડયાં છે. નદીનાળામાં બંધાયેલાં લગભગ ૧૬૦૦૦ ફૂટ જેટલાં જાડા થરવાળા આ રેતીપાષાણ, કૉંગ્લોમરેટ, આદિ ખડકો સિંધથી માંડી પંજાબમાં થઇ નેપાલ અને આસામ સુધી પહોંચે છે. નવા બંધાયેલા હિમાલયપર્વતોમાંથી વહેતી નદીઓએ આ ખડકોને જન્મ આપ્યો હોવાનું કહેવાય છે. આજની સિંધુ, ગંગા, બ્રહ્મપુત્રા એ ત્રણે નદીઓનો કાંપ · સિંધના અખાતમાં એકઠો થતો હતો. સર ઇ. પાસ્કોએ નદીનું નામ ઇંડોબ્રહ્મનદી આપ્યું છે. એ કાળની નાશ પામેલી પ્રાણીજાતિઓના જેવી કે હાથી, ઘોડા, રહાઇનોસીરોસ, જિરાફ, ડુક્કર, વાંદરા, હરણ, ઊંટ, અને

માંસભક્ષી પ્રાણીઓના અવશેષો શિવાલિકવ્યૂહનાં થરોમાં પુષ્કળ મળે છે અને એને માટે શિવાલિકવ્યૂહ ઘણો જાણીતો થયો છે.

ક્વૉટરનરી વિભાગનો હિમયુગ

દુનિયાના બીજા ભાગોમાં થયું તેમ હિંદુસ્તાનમાં પણ શિવાલિકયુગની સમાપ્તિ થતાં હિમાલયપ્રદેશમાં હિમયુગનાં મંડાણ થયાં જે ૩૦° અક્ષાંશ સુધી પ્રવર્તેલો હતો. હિંદુસ્તાનના બાકીના પ્રદેશમાં સખ્ત ઠંડક અને વરસાદનું વાતાવરણ પ્રવર્તેલું હતું એને લઇને દ્વીપકલ્પનાં પ્રાણીવનસ્પતિકુલોમાં પણ ફેરફારો થયેલા માલૂમ પડે છે.

સિંધુગંગાપ્રદેશવાળી ખીણનો જન્મ ને તેનું થયેલું પૂરાણ

ઉલ્કાપાતોએ અને સંક્ષોભોએ હિમાલયપર્વતોને જન્મ આપ્યો તેમ જ હિમાલયના તટ આગળ એક મોટી જબ્બરદસ્ત ઊંડી ખીણને અસ્તિત્વમાં આણી. કૈમુર, વિંધ્યા અને ઉત્તરના પર્વતોની વચ્ચે પડેલી આ ખીણમાં ઇઓસીનકાળે સમુદ્રનો એક ફાંટો રહ્યો હતો. એનાં ચિહ્ન નૈનીતાલથી કાલાચીતાટેકરી સુધી મળતા ચૂર્ણ-પાષાણનાં થરોમાં મળી આવે છે. વખત જતાં આ સમુદ્ર અદૃશ્ય થયો અને એની જગાએ ઉપર જોઇ ગયા એ ઇંડોબ્રહ્મનદી વહેવા માંડી. આસામથી શરૂ કરી પંજાબના વાયવ્ય ખૂણામાં જઇ ત્યાંથી ફરીને દક્ષિણમાં સિંધના અખાતને એ મળતી હતી. મધ્યપ્લેસ્ટોસીન કાળે ભૂકવચમાં થયેલા ભૂકંપ, ઉલ્કાપાત, વગેરેએ આ ઇંડોબ્રહ્મનદીને ત્રણ જુદા ભાગમાં વહેંચી દીધી અને એ રીતે આજની સિંધુ, ગંગા અને બ્રહ્મપુત્રાનદીઓનો જન્મ થયો. આ નદીઓના કાંપથી પંજાબ, સંયુક્તપ્રાંતો, બિહાર અને બંગાળા આગળની ખીણ અથવા ખાડો ભરાઇ જઇને આજનો સિંધુગંગાનો પ્રદેશ અસ્તિત્વમાં આવ્યો. એ પ્રદેશની ઊંડાઈ લગભગ ૬૫૦૦ ફૂટથી ૧૫૦૦૦ ફૂટ જેટલી કલ્પવામાં આવે છે. હિંદના મુખ્ય ભૂકંપો પણ આ પ્રદેશની ઉત્તરમાં થયા છે.

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનાની આછી રૂપરેખા પછી હવે આપણે ગુજરાતની ભૂમિરચના તપાસીશું.

પ્રકરણ ૧૪

ગુજરાતની ભૂમિરચના

હિંદની ભૂસ્તરરચના અને તેની હાલની ભૂપૃષ્ઠ સ્થિતિ વચ્ચે એટલો બધો ગાઢો સંબંધ જણાયો છે કે એની ભૂસ્તરરચના જાણ્યા પહેલાં ભૂપૃષ્ઠની સ્થિતિ વિષેનું જ્ઞાન મેળવવું આવશ્યક છે. આખા હિંદુસ્તાનદેશને ભૂરચનાની દૃષ્ટિએ નીહાળતાં એ ત્રણ ભાગમાં વહેંચાઈ ગયો છે; અને એ ત્રણે ભાગની ભૂપૃષ્ઠ અને ભૂસ્તરરચના એક ખંડની બીજાથી તદ્દન નિરાળી અને પોતપોતાની વિશિષ્ટતાવાળી જણાય છે. એ ત્રણ વિભાગો નીચે પ્રમાણે છે :

(૧) ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશ અને સિંહલદ્વીપ.

(૨) પૂર્વ, પશ્ચિમ અને ઉત્તર હિંદુસ્તાનની હદ બાંધતો અફ્ઘાનિસ્તાન, બલુચિસ્તાન અને બ્રહ્મદેશનો ડુંગરાળો પ્રદેશ.

(૩) પંજાબ અને બંગાળાનો સિંધુગંગાનો સપાટ કાંપવાળો પ્રદેશ. આ પ્રદેશ સિંધમાં સિંધુનદીના તટથી લંબાઇને આસામમાં બ્રહ્મપુત્રાનદીના તટ સુધી પહોંચ્યો છે અને ઉપર વર્ણવેલા બન્ને પ્રદેશને એકબીજાથી જુદા પાડે છે.

હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચના વિષેના પ્રકરણમાં આ દરેક વિભાગની મુખ્યમુખ્ય વિશિષ્ટતાઓનો નિર્દેશ થયો છે. આ પ્રકરણમાં

આપણે ગુજરાતની ભૂમિરચનાનો પરિચય કરવાનો છે. એ ગુજરાત પ્રદેશ હિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કિનારે આવેલો ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પનો એક ભાગ છે અને જેજે ભૂવિષયક પરિવર્તનો દ્વીપકલ્પમાં ભૂતકાળમાં થયાં છે તે જ પરિવર્તનોએ ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના ઉપર પણ અસર નીપજાવી છે.

ગુજરાતનાં રણ

ગુજરાતના રણપ્રદેશોમાં તો ફક્ત કચ્છનું રણ જ ગણાવી શકાય. છતાં રાજપૂતાનાના રણનો પણ અહીં નિર્દેશ કરવામાં આવ્યો છે. રાજપૂતાનાના રણને દ્વીપકલ્પપ્રદેશ લેખે લેવો કે એને ડુંગરાળ પ્રદેશ તરીકે ગણવો એ વિષેની આશંકા તો રહે છે જ. દ્વીપકલ્પની માફક રાજપૂતાનાના રણપ્રદેશમાં પણ આંતરક્ષોભોએ એના બાહ્યકવચમાં એટલાં ઓછાં, બલ્કે નહિ જેવાં પરિવર્તન આણ્યાં છે કે એ ભાગને સહેલાઈથી દ્વીપકલ્પ તરીકે લેખી શકાય. વળી, એ પ્રદેશમાં મળતા મેસોઝોઇક અને કેઇનોઝોઇકયુગના અવશેષવાળાં સામુદ્રિક જલકૃત ખડકો ઉપર જણાવેલા ડુંગરાળ પ્રદેશ સાથે સંબંધ બતાવે છે. આ પ્રમાણે ઘણો નીચો રાજપૂતાનાનો રણપ્રદેશ દ્વીપકલ્પ અને ડુંગરાળ એમ બન્ને પ્રદેશોની વિશિષ્ટતાઓ સાથે એટલું બધું સામ્ય દેખાડે છે કે એને એ બે વિભાગમાંથી કયા વિભાગમાં મૂકવો એ મુશ્કેલ થઈ પડયું છે.

હિંદુસ્તાનના નૈઋત્ય ખૂણામાંથી વાતા ભેજવાળા વાયુ આ પ્રદેશ ઉપર થઈને જાય છે છતાં એનો માર્ગ રોકી શકે તેવી આડી, મોટી પર્વતમાળાના અભાવને લઇને એ સીધા ચાલ્યા જાય છે અને તેથી કરીને રાજપૂતાનાનો પ્રદેશ જળ વિનાનો સૂકો પ્રદેશ રહ્યો છે. વળી, પશ્ચિમ દિશામાંથી વાતા પવનો સમુદ્રકિનારેથી અને સિંધુનદીના તટ પરથી તેમ જ કચ્છના રણમાંથી રેતીદ્રવ્ય ઘસડી લાવે છે અને અહીં કોઈ પણ જાતનાં પાણીનાં વહેણોને અભાવે દિવસેદિવસે રેતીદ્રવ્ય વધતું જાય છે. ઉષ્ણકટિબંધમાં પડેલા આ પ્રદેશની

અતિશય સૂકી આબોહવાને લઇને એના આસપાસના વિસ્તારમાંના ખંડકો ભૌતિક અપક્ષયને કારણે ખવાઈ જતાં રહે છે. એ રીતે ઉત્પન્ન થતું રેતીદ્રવ્ય પણ અહીં જમા થાય છે અને આ પ્રદેશને વધારે અને વધારે રેતાળ બનાવે છે. રાજપૂતાનાના કેટલાક ભાગોમાં દિવસ અને રાતના ઉષ્ણમાનમાં ૧૦૦° ફે. જેટલો તફાવત થોડા કલાકમાં પડી જાય છે, એટલું જ નહિ પણ દરેક ઋતુના હવામાનમાં પણ મોટા ફેરફારો થાય છે એમ જણાયું છે.

આજે છે તેમ સિંધુનદીના પ્રવાહ અને દ્વીપકલ્પની વચ્ચેનો પ્રદેશ અતિપ્રાચીન કાળમાં રણપ્રદેશ નહોતો, પરંતુ એ વિસ્તારમાં મળતાં સૂકાઇ ગયેલાં, જળવિહોણાં નદી, નાળાંના ચિહ્નો પરથી એમ માનવામાં આવે છે કે કોઇક કાળે એ પ્રદેશ ફળદ્રૂપ હોવો જોઇએ અને કાળક્રમે એ રેતાળ બન્યો હોવો જોઇએ. કચ્છના રણપ્રદેશની ભૂતકાળની આબાદીનાં ચિહ્નો પણ સિંધુનદીના કર્દમદ્વીપમાં થઇને એક વખત વહેતાં પણ આજે સૂકાઇ ગયેલાં વહેણોમાં જોઇ શકાય છે. રાજપૂતાનાનાં કેટલાંક શહેરોની આસપાસની જમીન ઘણી ફળદ્રૂપ હોવાને લઇને ખેતીમાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. સિંધમાં આવેલો રણપ્રદેશનો ભાગ બિલકુલ સપાટ અને રેતાળ છે પણ થરના રણપ્રદેશમાં ઊંચીનીચી ટેકરીઓની જમાવટ થયેલી દેખાય છે.

પ્લિએસ્ટોસીનયુગમાં બાહ્ય કવચમાં થયેલાં પરિવર્તનોને પરિણામે કચ્છનું રણ અસ્તિત્વમાં આવ્યું અને તે પણ સિંધુ, ગંગા-પ્રદેશનો જ એક ભાગ છે. વર્ષના કેટલાક મહિના એ બિલકુલ સૂકો, સમુદ્રપૃષ્ઠની સપાટીથી નીચો, જમીનનો વિસ્તાર દેખાય છે, અને જમીન ખારથી તદ્દન ખદબદી રહે છે. બાકીના મહિનાઓમાં એ બધા પ્રદેશ ઉપર પાણી ફરી વળે છે. કોઇ કાળે અરબી સમુદ્રનાં પાણી અહીં અંદર સુધી આવતાં હતાં; પણ પાછળથી પૂર્વ અને ઇશાનમાંથી વહી આવતી નદીઓના કાંપથી ભરાઇ જઇ એ જમીન

પ્રદેશ બન્યો હોવાનું કહેવાય છે. કચ્છકાઠિઆવાડનો પ્રદેશ એટલો બધો નીચો છે કે હવે એનું ભૂપૃષ્ઠ સહેજ પણ નીચે જતાં બેટરૂપમાં ફેરવાઇ જવાનો ઘણો સંભવ રહે છે. અને જો નીચે નહિ જાય તો પછી જુદીજુદી નદીઓમાં ધસડાઇ આવતા કાંપથી પૂરાઇ જઇ ઊંચો બની જઇ ગુજરાતની ફળદ્રૂપ જમીનની જેમ ખેડાણ લાયક ફળદ્રુપ જમીન બની રહેશે એમ મનાય છે.

ગુજરાતના પર્વતો : ગુજરાતના પર્વતોની નામાવલિમાં આરાવલિ, વિંધ્ય, સાતપુડા અને સહ્યાદ્રિ ખાસ ગણાવી શકાય. તે ઉપરાંત આબુ, ગિરનાર, આરાસૂર, પાવાગઢ વગેરે ડુંગરો પણ ઉત્તર અને પૂર્વ પશ્ચિમ ગુજરાતમાં જાણીતા છે.

પર્વતોની ઉત્પત્તિ બે રીતે સંભવે છે: વધારે કઠણાશવાળી જમીનની આસપાસની નરમ જમીન નૈસર્ગિક બળોથી ખવાઇ જાય ત્યારે પેલી કઠણ જમીન કાળક્રમે પર્વત તરીકે ઊંચી ઊભી રહેલી જણાય છે. ખરું જોતાં તો એ ઊંચા જમીનના ટૂકડા જ લેખી શકાય. આવી રીતે ઉત્પન્ન થયેલા પર્વતો પરિતઅપાવરણથી જન્મેલા પર્વતો કહેવાય છે. વળી, ભૂગર્ભમાં ચાલી રહેલા ઉત્પાતોને લઇને કેટલીક વખત બાહ્ય કવચનાં પડો વળાંક ખાઇખાઇને ઊંચે અને ઊંચે આવે છે અને પર્વતરૂપ ધારણ કરે છે. આ બીજી જાતના પર્વતોને વૈજ્ઞાનિકો સંક્ષોભજન્ય પર્વતો તરીકે ઓળખે છે. એવી સંક્ષોભજન્ય પર્વતમાળ દ્વીપકલ્પ અને ખાસ કરીને ગુજરાતમાં ફક્ત એક જ છે અને તે આરાવલિની પર્વતમાળા. ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ આરાવલિના પર્વતોને સૌથી જૂના ગણવામાં આવે છે. ધારવાડયુગના અંતમાં દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં થયેલા ઘણા જ ભયંકર ઉત્પાતો અને ઊથલપાથલોને અંગે આરાવલીપર્વતો અસ્તિત્વમાં આવ્યાનું કહેવાય છે. પેલીયોઝોઇક અને મેસોઝોઇકકાળમાં એ પર્વતો દક્ષિણથી માંડી ઉત્તરમાં

હિંદુસ્તાનની ઉત્તર સરહદથી પણ આગળ પહોંચ્યાનું ધારવામાં આવે છે. કાળક્રમે આજે તેા એનાં મૂળ જ બહાર દેખાતા રહ્યાં છે અને ઉત્તરદક્ષિણ લંબાઇ પણ ઘણી ટૂંકી થઇ ગઇ છે. તે કાળે આ પર્વતેા એટલા બધા ઊંચા હશે કે આજના હિમાલયની માફક એ પર્વતેા પર પણ બારે માસ હિમ રહેતું હશે અને એની ઉપરથી હિમપ્રવાહેા પણ દરેક દિશામાં ઊતરતા હતા.

વિંધ્ય અને સાતપુડાના પર્વતેા

લગભગ ૨૫૦૦ થી ૪૦૦૦ ફૂટ ઊંચા વિંધ્યપર્વતેા ગંગાના સપાટ પ્રદેશની દક્ષિણમાંથી ધીમેધીમે ઊંચા થઈ લગભગ મધ્ય હિંદુસ્તાનના ઇંદેાર, ભેાપાલ બુંદેલખંડ વગેરે આગળના વિસ્તારેામાં પથરાય છે. આ ભાગના દક્ષિણના પર્વતેા વિંધ્યપર્વતેાને નામે એાળખાય છે જ્યારે એનેા પૂર્વ ભાગ કૈમુરની ગિરિમાળા તરીકે જાણીતેા છે. ઘણા જૂના કાળના "વિંધ્યયુગ"ના જલકૃત રેતીપાણ-માંથી 'વિંધ્યપર્વતેા'નેા જન્મ થયેા છે.

સાતપુડાપર્વતેાનાં ખડકેામાં ત્રણ જુદાજુદા યુગનાં ખડકેા જોવામાં આવે છે સૌથી જૂના ગ્રેનીટાઇડ અને બીજા વિકૃત ખડકેા ઉપર મેસેાઝેાઇકકાળના જલકૃત રેતીપાષાણ પડયા છે જેને ક્રિટેશિયસ-યુગમાં પૃથ્વીના પેટાળમાંથી નીકળેલા દક્ષિણ ટ્રેપ નામના લાવાએ ઢાંકી દીધા છે. સાત જુદીજુદી હારના બનેલા આ પર્વતેા રેવાપ્રાંતમાં શરૂ થઇ, નર્મદાતટની દક્ષિણે થઇ, પશ્ચિમમાં રાજપીપળાના ડુંગરેામાં થઇ સહ્યપર્વતેાને મળે છે. કેટલીક જગાએ સાતપુડાપર્વતેાનાં ખડકેાએ આંતર ઉપાધિએાને લઇને વળાંક લીધેા હેાય એમ જણાય છે અને અરવલ્લીની માફક એ પણ સંક્ષેાભજન્ય પર્વતેા હેાય એમ માનવાને કારણ મળે છે. લગભગ પૂર્વપશ્ચિમમાં પથરાતા વિંધ્ય અને સાતપુડાના પર્વતેા આ પ્રમાણે મધ્ય હિંદુસ્તાનની કરેાડ બની રહે છે.

સહ્યાદ્રિ : લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલે ઊંચે પહોંચતા આ પર્વતો હિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કાંઠા પર કિનારાને સમાંતરે ઉત્તર-દક્ષિણે પથરાયા છે અને ગુજરાતના કેટલાક ભાગો ઉપર એમની આણ વર્તાવે છે. ક્રિટેશિયશયુગમાં બહાર આવેલા લાવાનાં ખડકોમાંથી આ પર્વતો બન્યા છે. દૂરથી દેખાતાં એનાં લાક્ષણિક પર્યાયયાનિ રોકા આકારનું બંધારણ લાંબા કાળના ભૌતિક અપક્ષયના પરિણામરૂપ છે. કેટલાંક કારણોને લઇને એમ માનવામાં આવે છે કે એક કાળે સહ્યાદ્રિ પશ્ચિમમાં હજી ઘણે દૂર સુધી પથરાયા હતા. પરંતુ બાહ્ય કવચમાં ચાલી રહેલા આંતરક્ષોભોએ પશ્ચિમ ભાગની જમીનને અરબીસમુદ્રનાં પાણી નીચે ઢાંકી દીધી અને તેની સાથે સહ્યાદ્રિનો પણ કેટલોક ભાગ અદૃશ્ય થયો.

ગુજરાતની નદીઓ : આપણે ઉપર જોઈ ગયા એમ ગુજરાત દ્વીપકલ્પપ્રદેશનો જ એક ભાગ છે અને દ્વીપકલ્પની પેઠે ગુજરાતની ભૂમિરચનામાં પણ "વિંધ્યયુગ" પછી ઘણા ઓછા ફેરફારો થયેલા જણાય છે. વળી, દ્વીપકલ્પની નદીઓનાં વહેણ પણ ઘણા જૂના કાળનાં માનવામાં આવે છે અને તેને લઇને એ નદીઓના પટ પણ ખોદાઈખોદાઈ ને પહોળા અને છીછરા બની ગયા છે અને લગભગ સમુદ્રપૃષ્ઠની નીચાઇએ પહોંચી ગયા છે. આ એમની પ્રાચીનતાનું સૂચન કરે છે. પૂરની વેળાએ ચડતાં વહેણને બાદ કરતાં મોટે ભાગે પાણીનાં વહેણ ઘણાં જ ધીમાં રહે છે અને એનાં વહેણમાં ઘસડાતો કાંપ પાછો એના પટ ઉપર જ જમા થાય છે.

સહ્યાદ્રિમાંથી નીકળતી દ્વીપકલ્પની નદીઓમાં એક ખાસ વિશિષ્ટતા જણાય છે. મુખ્યત્વે આવી કરીને બધી નદીઓના પ્રવાહ પૂર્વ તરફ જ ઢળેલા છે અને એ બધી નદીઓનાં મૂળ સહ્યાદ્રિમાં જ મળે છે. આ પ્રમાણે જે સહ્યાદ્રિ અરબી સમુદ્રની ઘણા જ નજીક છે તે

બંગાળાના ઉપસાગરને મળતી બધી નદીઓના જલભંડાર બન્યા છે; જ્યારે એક પણ નદી સહ્યાદ્રિમાંથી નીકળી અરબીસમુદ્રને પશ્ચિમમાં નથી મળતી. વળી, નર્મદા અને તાપી ગુજરાતની જે બે મહાનદીઓ ખંભાતના અખાતને અને અરબી સમુદ્રને મળે છે તેનાં મૂળ સહ્યાદ્રિમાં નથી. આ વિલક્ષણ વસ્તુસ્થિતિનાં કારણો જાણવા જેવાં છે. આજનો દ્વીપકલ્પપ્રદેશ એક કાળે ગોંડવાના પ્રદેશનો-હિંદુસ્તાનને આફ્રિકા સાથે જોડનારનો-એક ભાગ હતો અને તે વખતે સહ્યાદ્રિ ગોંડવાના પ્રદેશની મધ્યમાં ઊભા હોઈ પૂર્વ અને પશ્ચિમમાં વહેતી નદીઓના જલાકર હોવા જોઇએ એમ માનવામાં આવે છે. કાળક્રમે ગોંડવાનો પ્રદેશ તૂટી ગયો અને આફ્રિકા હિંદુસ્તાનથી છૂટો પડતાં ગોંડવાનો કેટલોક ભાગ અરબી સમુદ્રની નીચે અદૃશ્ય થયો, અને સહ્યાદ્રિ પર્વતો આજપર્યંત જલાકાર તરીકે રહ્યા. જે બીજી માન્યતા સ્વીકારાઇ છે તે તાપી અને નર્મદાનાં વહેણ પરથી લેવાઇ છે. ઉપર કહ્યું તેમ દ્વીપકલ્પની બધી નદીઓ પૂર્વ તરફ વહે છે; જ્યારે નર્મદા અને તાપી એ બે નદીઓ એકલી જ પશ્ચિમ તરફ વહે છે. આના નિરાકરણમાં એમ માનવામાં આવે છે કે એ બે નદીઓ પોતે જ પાડેલા પટોમાં નથી વહેતી પણ બાહ્ય કવચમાં થયેલા આંતરક્ષોભોને લઇને પડેલા અપચ્છેદ ચીરાઓમાં એમણે પોતાના માર્ગ શોધ્યા છે. આ બન્ને નદીના પટ વિંધ્ય પર્વતોને સમાંતર પડ્યા છે અને હિમાલય પર્વતના જન્મકાળે હિંદુસ્તાનના બાહ્ય કવચમાં થયેલા ઉત્પાતોને કારણે અસ્તિત્વમાં આવ્યા હોવાનું મનાય છે. આ જ ઉત્પાતો અને ઉપાધિઓને લઇને દ્વીપકલ્પને દક્ષિણ ભાગે પૂર્વ તરફનો ઝોક છે એમ કહેવાય છે. એને લઇને આજે બધી નદીઓનો પ્રવાહ પૂર્વમાં વહે છે. આ જ કારણને લઇને ફળદ્રૂપ કાંપવાળો પશ્ચિમ કિનારાનો પટો પૂર્વ કિનારાના કાંપવાળા પ્રદેશ કરતાં ઘણો જ વધારે સાંકડો છે; જો કે ગુજરાતમાં એનો વિસ્તાર વધારે બહોળો છે. વળી, પૂર્વ કિનારા ઉપર મહાનદી, ગોદાવરી, કૃષ્ણા અને કાવેરીનાં સુખ્ય આગળ કદ્મદીપનાં

નિર્માણ પણ નજરે પડે છે; જ્યારે પશ્ચિમમાં વહેતી તાપી અને નર્મદાનદીઓનાં મુખ આગળ એવા કાંપનો જમાવ મુદ્દલ જણાતો નથી; કારણકે વરસાદનાં પ્રચંડ પૂરનાં પાણીમાં બધો કાંપ કાંતો ધોવાઈ જાય છે ને કાંતો ભરતીનાં પાણી બધાં માટીદ્રવ્યને પોતાની સાથે સમુદ્રમાં ઘસડી લઈ જાય છે.

આ ઉપરાંત મહીસાગર, સાબરમતી અને બનાસનદીઓ પણ ગુજરાતના ઉત્તર પ્રદેશને ભીંજવતી ગુજરાતના લોકને ખેતી માટે ઉપયોગી થઇ પડે છે.

ગુજરાતનાં તળાવો : ગુજરાતનાં જૂનાં તળાવોમાં અમદાવાદનું કાંકરિયુંતળાવ અને રાજપૂતાનાનું ખારા પાણીનું સાંભરતળાવ ખાસ ગણાવી શકાય. લગભગ ૯૦ ચોરસ માઇલના વિસ્તારવાળા આ સાંભરતળાવની ઊંડાઇ વર્ષાઋતુમાં ચાર ફૂટની રહે છે, જ્યારે વર્ષાના બીજા મહિનાઓમાં એ તદ્દન સૂકું રહે છે. એ વખતે એના તળીઆ ઉપર સફેદ મીઠાનો પોપડો બંધાયેલો જોઇ શકાય છે. આટલા બધા મીઠાની ઉત્પત્તિનાં કારણો જુદાંજુદાં જણાવવામાં આવ્યાં છે તે નીચે પ્રમાણે છે: કોઇએક કાળે સાંભરનું તળાવ ખંભાતના અખાતના ચાલુ જોડાણમાં રહ્યું હોવું જોઇએ, અને તેથી આ મીઠાની ઉત્પત્તિ સંભવિત બને છે. અથવા તો આ ખારાશ ખારા ઝરાઓના સંસર્ગને લઇને હોઇ શકે. ત્રીજું કારણ પણ બતાવવામાં આવ્યું છે કે તળાવની આસપાસના વિસ્તારમાંનો ખાર ધોવાઇને તળાવમાં જમા થતો હોવો જોઇએ. પરંતુ સર હૉલેંડ અને ડૉ. ક્રાઈસ્ટીના હાલના મત પ્રમાણે એ બધા ખારનો જમાવ જુદી રીતે થયો હોવાનું મનાય છે. દરીઆકિનારા ઉપરના મીઠાને અને કચ્છના રણપ્રદેશના ખારને પશ્ચિમમાંથી વાતા પવનો ઘણા જ અંદરસુધી ઘસડી લાવે છે અને તે ખારનો જમાવ સાંભર અને રાજપૂતાનાના બીજાં તળાવોમાં થતો જાય છે. વળી, પવનમાં ઘસડાઈ આવેલો

ખાર તળાવની આસપાસના વિસ્તારમાં પડયો છે ને વરસાદનાં પાણીથી ધસડાઇને પાછો તળાવમાં જમા થાય છે અને એ રીતે રાજપૂતાનાનાં બધાં તળાવો ખારથી ખદબદતાં જણાયાં છે. હૉલૅંડ અને ક્રાઇસ્ટીએ પ્રયોગો કરીને સિદ્ધ કરી બતાવ્યું છે કે દર વર્ષે, ખાસ કરી, ઊનાળાના દિવસોમાં લગભગ ૧૩૦૦૦૦ ટન જેટલો ખાર પવનના યોગને લીધે રાજપૂતાના પ્રદેશમાં ધસડાઇ આવે છે.

ગુજરાતના ભૂકંપ અને જવાલામુખી: ઐતિહાસિક કાળમાં હિંદુસ્તાનખંડના બાહ્ય કવચને ઘણા ભૂકંપોએ હચમચાવી દીધું છે; પરંતુ નીચે દર્શાવેલા ભૂકંપો તો એની લાક્ષણિક વિશિષ્ટતાઓને લીધે ખાસ યાદ રહી જાય એવા છે.

દિલ્હી ઈ.સ. ૧૭૨૦; કલકત્તા ૧૭૩૭; પૂર્વ બંગાળા અને આરાકાન કિંઠા ૧૭૬૨; કચ્છ ૧૮૧૯, કાશ્મીર અને બંગાળા ૧૮૮૫; આસામ ૧૮૯૭ અને કાંગરા ૧૯૦૫ ૧૯– અને ૧૯– ના બિહાર અને ક્વેટાના ભૂકંપોએ પણ એટલા બધા ભોગ લીધા છે કે એની પણ નોંધ લીધા વિના ચાલે એમ નથી. આ તો આખા હિંદુસ્તાનખંડના ભૂકંપોની વાત થઈ. પણ ગુજરાતના કવચમાં ઊથલપાથલ કરનાર ભૂકંપમાં તો ફક્ત કચ્છનો ૧૮૧૯ નો ભૂકંપ ખાસ ગણાવી શકાય. તે ઉપરાંત ઈ. સ. ૧૯૩૮ ના જૂન મહિનામાં પણ લગભગ કચ્છના રણપ્રદેશ આગળ જ પાલિયાડગામમાં કેટલાક નાનામોટા આંચકાનો ઘણા દિવસ સુધી અનુભવ થયો હતો. પરંતુ ભૂકવચમાં તેની કાંઈ ખાસ અસર થઇ હોય એવું જણાયું નથી.

૧૮૧૯નો કચ્છનો ભૂકંપ હિંદુસ્તાનના ભૂકંપોના ઇતિહાસમાં અજોડ છે. ઘણા મોટા વિસ્તારમાં એની અસર પહોંચી હતી, અને ઘણા મોટા પ્રમાણમાં એણે માલમિલકતને નુકસાન પણ પહોંચાડયું હતું. નદી, નાળાં અને કૂવાઓનાં પાણીમાં ખારાશ આવી ગઈ હતી;

કચ્છ સરકારના કરવેરાના મથક સીંદરીમાં સંધ્યાકાળે આ ભૂકંપની અસર લાગી હતી; અને ૧૫૦ ફૂટ ઊંચો સીંદરીનો કિલ્લો સમુદ્રનાં પાણીથી લગભગ આખો ઢંકાઇ ગયો હતો. સીંદરીની આસપાસ લગભગ ૧૬ માઇલ સુધી પાણી ફરી વળ્યાં હતાં અને એક વખતના સૂકી જમીનના વિસ્તારે તળાવનું રૂપ ધારણ કર્યું હતું. એ ઉપરાંત, જે બીજો ઘણો મહત્ત્વનો બનાવ બન્યો તે કચ્છના ઇતિહાસમાં 'અલ્લાહબંધ'ને નામે ઓળખાય છે. સીંદરીની ઉત્તરમાં લગભગ પાંચ માઇલ દૂર આવેલો નીચો, સપાટ જમીનપ્રદેશ ફેરવાઇ જઇને એની જગાએ ઊંચી ટેકરીસરખો પ્રદેશ અસ્તિત્વમાં આવ્યો. પૂર્વપશ્ચિમ એ લગભગ ૧૬ માઇલ પહોંચ્યો હતો, અને એણે ફરાન નામની નદીના પ્રવાહને સમુદ્રનાં પાણીથી છૂટો કરી દીધો હતો. આ પ્રમાણે જાણે ઇશ્વરપ્રેરિત ઊભા થયેલા બંધને ગામના લોકોએ "અલ્લાહબંધ"નું નામ આપ્યું. વૈજ્ઞાનિકો આ જગાએ અપચ્છેદ થયો હોવાનું માને છે. અપચ્છેદને લઇને એક તરફનો ભાગ ઊંચે ચડ્યો હતો. ઊંચાતીચી થયેલી જગામાં લગભગ ૩૦ ફૂટનું અંતર પડી ગયું હતું એમ કહેવાય છે.

આ કચ્છપ્રદેશમાં ભારે નુકસાન થયું હતું. ભૂજમાં ઘણો સખ્ત કંપ લોકોએ અનુભવ્યો હતો અને તેને લઇને શહેરનાં મકાનો, કિલ્લા ઇત્યાદિ નાશ પામ્યાં હતાં, લગભગ ૧૦૦૦ મૃત દેહોને કાટમાંથી કાઢવામા આવ્યા હતા. અંજારમાં પણ પુષ્કળ નુકસાન થયું હતું. કચ્છના પ્રદેશમાં ભૂપર્યાયો પણ પુષ્કળ થયા હતા દરેક ટેકરી ઉપરથી ધૂળના ગોટેગોટા ઊડતા જણાતા હતા અને કેટલેક ઠેકાણે તો ધુમાડો અને અગ્નિ નજરે ચડતા હતા.

૧. વર્ષાઋતુ સિવાયના બધા વખતમાં સૂકાં રહેતાં કચ્છનાં નદી, નાળાં કેટલીક વખત (વધારેમાં વધારે અર્ધો કલાક) પાણીથી ભરાઇ ગયાં હતાં, અને કૂવાઓ પાણીથી ભરાઇ ગયા હતા. જુરીઆ

(આજનું જોડીયા) ગામ પણ આખું સમગ્ર નાશ પામ્યું હતું. જેસલમેરમાં પણ ભૂકંપનો અનુભવ થયો હતો. મહોલ્લામાં જમણ લેવા બેઠેલી લગ્નની મીજલસનાં લગભગ ૫૦૦ માણસો મકાનોના કાટ નીચે દટાઇ ગયાં હતાં. ૪૫૦ વર્ષની જૂની સુલતાન અહમદની મોટી મસ્જિદનો અમદાવાદમાં નાશ થયો હતો. ખેડા, વડોદરા, ભરુચ, સુરત, મુંબઇ, મદ્રાસ અને કલકત્તામાં પણ એ ભૂકંપની અસર થઈ હતી.

કાઠિયાવાડમાં રાજકોટની પૂર્વે ૩૦ માઇલ દૂર આવેલા પાલીઆડ ગામમાં લોકોને ભૂકંપનો અનુભવ થયો હતો. ઇ. સ. ૧૯૪૮ ના જૂનમહિનાની ૨૬ મી તારીખે ભૂકંપના આંચકા શરૂ થયા હતા અને ૧૫ મી ઑગસ્ટ સુધી એ પ્રમાણે ચાલુ રહ્યું હતું. નાનામોટાં મકાનોમાં ફાટ પડી હતી. તે ઉપરાંત બીજું થોડુંઘણું નુકશાન થયું હતું. વિરમગામ, ભાવનગર, મોરબી અને રાજકોટમાં પણ એ આંચકા લાગ્યા હતા.

કાઠિયાવાડની ચોટીલા ટેકરી (૧૧૭૩ ફૂટ) પર મળતા મિલિયોલાઇટ ચૂર્ણપાષાણ, ઊંચા ચડેલા સમુદ્રના કાંઠા, અને સમુદ્રજળથી વિમુખ બનેલાં છીપ, શંખલા અને પરવાળાં ખડક ઉપરથી એવું અનુમાન નીકળે છે કે કાઠીઆવાડનું કવચ સમુદ્રપૃષ્ઠથી લગભગ ૧૨૦૦ ફૂટ ઊંચું ચડયું છે.

ગુજરાતના બાહ્યકવચમાં ચાલી રહેલા ઘણા જ ધીમા ફેરફારો

બાહ્ય કવચ અચળ અને સ્થિર નહિ રહેતાં તેમાં હંમેશાં ચાલુ ફેરફારો થયે જ જાય છે એ આપણે આગલાં પ્રકરણોમાં જોયું. સમવિનિમયના સિદ્ધાંત પ્રમાણે પૃથ્વીના કેટલાક ભાગો ધીમેધીમે ઊંચા આવતા રહ્યા છે અને વળી કેટલાક ભાગની જમીનો કાળક્રમે ધીમેધીમે

નીચે જતી જાય છે. ગુજરાતના બાહ્યકવચમાં પણ જે આવા ધીમા-ધીમા ફેરફારો થતા રહ્યા છે તે આપણે તપાસીશું.

હિંદુસ્તાનના ડુંગરાળા પ્રદેશમાં થયા છે એટલા પ્રચંડ બાહ્યકવચની ઉથલપાથલનાં દૃષ્ટાંત આપણને દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાં નોંધાયેલાં જણાતાં નથી, છતાં દ્વીપકલ્પના બાહ્યકવચમાં ઇતિહાસકાળમાં જમીનના ઊંચેનીચે થવાના ફેરફારો તો થયા છે જ એનાં એક નહિ પણ અનેક દૃષ્ટાંતો દ્વીપકલ્પના જુદાજુદા ભાગોમાં જણાયાં છે. આખા દ્વીપકલ્પનું બાહ્યકવચ એક સામટું ઊંચે આવી જવાથી એના પૂર્વ અને પશ્ચિમ કિનારાનો કેટલોક ભાગ પાણીની બહાર આવ્યો છે. કેટલેક ઠેકાણે સમુદ્ર કિનારો ૧૦૦ થી ૨૦૦ ફૂટ ઊંચે આવેલો જણાયો છે. ગંગાનદીના કદંમદ્વીપમાં અને પોંડીચેરી આગળના કિનારા આગળ મળતાં સૂકી વનસ્પતિનાં થરો એ ભાગની જમીન નીચે જાય છે એમ સૂચવે છે. ટીનેવલ્લીના કાંઠા આગળ પણ લગભગ અર્ધા એકર જેટલી જમીનના વિસ્તાર પર પાણી હેઠળ દટાયેલાં જંગલના ચિહ્નો જણાયાં છે. આ અને એવાં બીજાં દૃષ્ટાંત જમીનના ઊંચેનીચે થવાનાં અચૂક પ્રમાણો છે. ગુજરાતના બાહ્ય-કવચમાં પણ જે આવા પુરાવાઓ મળ્યા છે તે નીચે આપવામાં આવ્યા છેઃ કાઠિયાવાડમાં પોરબંદર આગળ અને સિંધમાં કેટલેક ઠેકાણે છીપશંખલા સમુદ્રકિનારાથી ઘણે ઊંચે અને ઘણે દૂર મળી આવે છે. સમુદ્રનાં ભરતીવખતનાં પણ પાણી એને આજે સ્પર્શી શકતાં નથીઃ આ બતાવે છે કે એ કિનારાની જમીન ધીમેધીમે ઊંચે ઊપસી આવે છે. મુંબઇબેટના પૂર્વ કિનારા પર કેટલાંક ઝાડોનાં થડ એમ ને એમ ઊભેલાં સમુદ્રના પાણી હેઠળ ઢંકાઇ ગયેલાં જોવામાં આવે છે. ઓટવખતે લગભગ ૧૨ ફૂટ ઊંડા પાણીમાં રહે છે જ્યારે ભરતીવખતે એ ઝાડનાં થડોની પાણીમાંની ઊંડાઈ વધીને લગભગ ૩૦ ફૂટ જેટલી થાય છે ઐતિહાસિક કાળમાં ઘણો જ મહત્ત્વનો જે ફેરફાર ગુજરાતના બાહ્યકવચમાં નોંધાયેલો મળ્યો છે તે કચ્છના રણ-

પ્રદેશમાં છે. ઈ. સ. ૧૮૧૯ માં કચ્છમાં થયેલા ભૂકંપને પરિણામે લગભગ ૨૦૦૦ ચોરસ માઇલના વિસ્તારજેટલી જમીને એકાએક ૧૨ થી ૧૫ ફૂટ ઊતરી જઇ નાના સમુદ્રનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું. સિંધરીનો ઐતિહાસિક કીલ્લો સમુદ્રકાંઠે બાંધવામાં આવ્યો હતો તે પણ તેની ટોચ સિવાય, લગભગ આખો પાણી હેઠળ ઢંકાઇ ગયો હતો. વળી, એ જ કારણે ૬૦૦ ચોરસ માઈલ જેટલો સપાટ પ્રદેશ કેટલાક ફૂટ એક નાના ડુંગરાની માફક ઊંચો થઈ આવ્યો હતો. આને ઈશ્વરની પ્રેરણાથી થયેલો હોવાનું માનીને લોકોએ એનું નામ અલ્લાહબંદ પાડયું હતું.

ગુજરાતનો કિનારો : ગુજરાત અને દ્વીપકલ્પનો કિનારો પણ મોટે ભાગે તદ્દન સીધો, સરળ અને કોઈ પણ ખાસ ખાડી કે ખૂણાખાંચામાં જમીનની અંદર આવતાં પાણી વિનાનો છે; તેથી જ કરીને ગુજરાતમાં સારાં બંદરોની અછત છે. જ્યાંજ્યાં ખાડીઓ વગેરે છે ત્યાંયાં તે કાંપથી પૂરાઈ જઇ છીછરી બની ગઈ છે. એટલે વહાણો છેક કિનારા સુધી અંદર આવી શકતાં નથી. નર્મદા અને તાપીનદી પર આવેલાં મોટાં શહેરો ભરુચ અને સુરત એક વખત ઘણાં સારાં બંદર ગણાતાં હતાં. પરંતુ કાળક્રમે એના પટ જળમળથી પૂરાઇ જતાં એ બંદરો પણ નકામાં થઇ પડયાં છે. અંબિકા, ઔરંગા અને દમણગંગા નદીઓ પર અનુક્રમે બીલીમોરા, વલસાડ અને દમણનાં નાનાં બંદરો ગણાવી શકાય. કચ્છકાઠીયાવાડમાં માંડવી, બેડી, પોરબંદર, વેરાવળ, ભાવનગર વગેરે સારાં બંદરો બનશે એવી આશા રખાય છે. પૂરાઇ ગયેલાં ધોધા ઘોલેરા ખંભાતનાં બંદરો માટે પણ એવી જ આશા રાખી શકાય.

પ્રકરણ ૧૫

ગુજરાતની ભૂસ્તરરચના

આખા મુંબઈઇલાકાનું ભૌગોલિક અવલોકન કરતાં તેમ જ એની ભૂમિરચના તપાસતાં માલૂમ પડશે કે મુખ્યત્વે કરીને આખો ઇલાકો બે ભાગોનો બન્યો છે. એના એક ભાગમાં વાયવ્યખૂણે સિંધ, કચ્છ અને કાઠિયાવાડ અને ગુજરાતના કેટલાક પ્રદેશનો સમાવેશ થાય છે, અને બીજો ભાગ અગ્નિ ખૂણામાં આવેલો પ્રદેશ, મહારાષ્ટ્ર-પ્રદેશ તરીકે ઓળખાય છે. આ બે વિભાગને એકબીજાથી જુદા પાડનારી નર્મદાનદી, પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ વહે છે અને એ બન્ને ભાગોની કુદરતી ઉત્તરદક્ષિણની સીમાની હદ દાખવે છે એ બન્ને વિભાગની આબોહવામાં પણ ખાસ ભેદ જોવામાં આવે છે ઈશાન ખૂણે આવેલો પ્રદેશ વર્ષના મોટે ભાગે સૂકો રહે છે, જ્યારે એના પશ્ચિમ અને નૈઋત્ય ખૂણામાં વર્ષાઋતુમાં પુષ્કળ વરસાદનું પાણી પડે છે.

ભૂવિષયક દૃષ્ટિએ પણ બન્ને વિભાગ એકબીજાથી નોખા પડી જાય છે. મહારાષ્ટ્રપ્રદેશની ભૂમિરચનામાં ફક્ત એક જ યુગનો ખડકો જોવામાં આવે છે અને તે દક્ષિણ ટ્રેપના નામે ઓળખાય છે ક્રિટેશિયસયુગના અંતમાં ભૂપૃષ્ઠ ઉપર બહાર આવેલા લાવાદ્રવ્યે પોતાની નીચે જૂનાં સ્તરો વડે લગભગ આખા મહારાષ્ટ્રપ્રદેશને ઢાંકી દીધો છે એમાંથી કાળક્રમે ભૌતિક અપક્ષયને અંતે નાનામોટા ડુંગરાઓથી ભરેલો દેખાય છે એ ડુંગરોની સીધી, ઊંચી કરાડો અને ખીણો માનવવ્યવહારને આડખીલીરૂપ બને છે. કોદ્રા, કપાસ વગેરે પાક માટે ખાસ જાણીતી થયેલી મહારાષ્ટ્રની જમીનની ફળદ્રૂપતા આ લાવાદ્રવ્યમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી જમીનને આભારી છે અપવાદ બાદ કરતાં અહીંનાં જંગલો પણ ઘણાં ઘીચેઘીચ નથી જણાતાં.

ઉત્તર મહારાષ્ટ્રના એટલે મુંબઇથી દક્ષિણાતાં ખડકો તપાસતાં એ ખડકો બાજૂમાંના દ્વીપકલ્પનાં ખડકોને મળતાં આવે છે. પરંતુ કચ્છ, ગુજરાત અને સિંધનાં ખડકોનું મળતાપણું દ્વીપકલ્પનાં ખડકોની સાથે નહિ પણ એશિયાખંડના ઇરાન અને અરબસ્તાનનાં ખડકો સાથે છે; જ્યારે આખા દ્વીપકલ્પનાં ખડકો પડોશના એશિયા-ખંડના ખડકોથી તદન જૂદી જ ભાત પાડે છે.

એકબીજાથી જુદી પડતી આ ભૂમરચનાને સબબે ગુજરાતની વાયવ્યમાં આવેલા પ્રદેશોની ભૂપૃષ્ઠદશામાં પણ ભેદ દેખાય છે. મહારાષ્ટ્રપ્રદેશની પેઠે કાળી માટીથી છવાયેલી અધિત્યકાને બદલે આપણને અહીંઆં રેતીથી છવાયેલો નાનીનાની ટેકરીવાળો રણપ્રદેશ જ જોવાનો મળે છે. કચ્છ અને ગુજરાતની ઉત્તરનો પ્રદેશ રણપ્રદેશ જ છે. સમુદ્રને કાંઠેકાંઠે ફળદ્રૂપ માટીવાળો પટ આવે છે જેની પહોળાઇ દક્ષિણમાં જતાં ઓછી થતી જાય છે. એની લીલીછમ જણાતી જમીનની રસાળતા નજીકના સમુદ્રમાંથી મળતા ભેજને આભારી છે. સિંધમાં પહોંચતાં આ રસાળતાનો અન્ત આવે છે અને ત્યાંથી ચૂર્ણપાષાણની શરૂઆત થાય છે. સિંધુનદીના કિનારા પર પાણીના વહેણને વાળીને ખેતી કરવામાં આવે છે.

મુંબઇઇલાકામાં મળતાં ખડકોને બ્લેનફોર્ડે નીચે પ્રમાણે ક્રમવાર ગોઠવ્યા છેઃ

નવાં ટર્શિયરી અને અર્વાચીન ખડકો

૧ કાળી જમીન
૨ લીટોરલ કોંક્રીટ
૩ સિંધ, કચ્છ અને ગુજરાતની કાંપવાળી જમીન
૪ કોંકણનો લેટેરાઇટ
૫ સિંધના ભૂપૃષ્ઠ પરનો ગ્રેવલ
૬ કચ્છ, કાઠિયાવાડના ઊપલા ટર્શિયરી યુગનાં ખડકો.

જૂના ટર્શિયરી અથવા નમ્યુલિટિક સ્તરસંઘાત	૧ સુરત, ભરૂચ, કાઠિયાવાડ, કચ્છ અને સિંધનાં જૂનાં ટર્શિયરી ખડકો ૨ પેરીમબેટનાં હાડકાંના થર ૩ દક્ષિણના લેટેરાઇટ
દક્ષિણ સ્તરસંઘાત	૧ દક્ષિણ ટ્રેપ ૨ મુંબઈનાં ઇંટરટ્રેપિયન થર ૩ નાગપુર અને નર્મદાની ખીણનાં ઇંટરટ્રેપિયન થર ૪ બાગના ક્રિટેશિયશયુગનાં ખડકો
ઊલીટીકસ્તરસંઘાત	૧ કચ્છના ઊપલા જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો ૨ કચ્છનાં નીચલાં જ્યુરાસિક ખડકો
વિંધ્યસ્તરસંઘાત	૧ બેલગામ, કલાદગી અને રત્નાગિરિના ચૂર્ણપાષાણ અને રેતીપાષાણ
અર્ધવિકૃત અને વિકૃત ખડકો	૧ ચાંપાનેરનાં ખડકો ૨ ગ્રેનીટ, નાઇસ, માઇકાસીસ્ટ, વગેરે.

હવે, સૌથી જૂનાં ખડકોને પહેલાં જોઈ આપણે ઉપર અને ઉપરનાં નવાં ખડકોને તપાસતા જઇશું. એવા ખડકો ગુજરાતના કયા-કયા ભાગોમાં કેવીકેવી રીતે મળે છે તેનું નીચે ટૂંકું વર્ણન કરીએ.

આકિંચનવ્યૂહ

બિલકુલ અવશેષ વિનાનાં, વિકૃત દશા પામેલાં, સ્ફટિકદશામાં મળતાં આ ખડકો ઘણા જ વાંક ખાઇને તૂટેલી દશામાં પણ મળે છે. આ ખડકોની ઉત્પત્તિ વિષે જુદાજુદા મતો દર્શાવવામાં આવ્યા છેઃ

(૧) વાયુ કે પ્રવાહીરૂપમાંથી પૃથ્વીનું રૂપાંતર થતાં આ ખડકો ઉદ્‌ભવ્યાં હોય; (૨) તે યુગના સમુદ્રમાં એ ખડકો બંધાયાં હોય અને પછી વિકૃત દશા પામતાં આજનું સ્વરૂપ લીધું હોય; (૩) આગ્નેય ખડકોનો વિકાર થવાથી આ ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં હોય; (૪) ભૂગર્ભમાંથી ઉપર આવેલા લાવામાંથી જન્મ લેતાં આગ્નેય ખડકો જ કદાચ આ હોય.

ગુજરાતમાં આ ખડકો વડોદરાની ઉત્તરથી માંડીને આરાવલી અને રાજપૂતાનામાં લંબાયાં છે. કાઠિયાવાડમાં જૂનાગઢ આગળ અને રાજપૂતાનામાં કિસનગઢ આગળ એ મળે છે.

ગુજરાતમાં મળતાં વિકૃત અને અર્ધવિકૃત ખડકો

વિકૃત ખડકો: જલકૃત ખડકમાંથી જન્મેલાં કે આગ્નેય ઉપાધિ વડે ઉદ્‌ભવેલાં સઘળાં જ ખડકોને આ વિભાગમાં ગોઠવવામાં આવ્યાં છે. ગ્રૅનીટ, સાયેનાઇટ, ડાયોરાઇટ, ઇત્યાદિ; વળી હોર્નબ્લેંડ સીસ્ટ, માઇકાસીસ્ટ, ક્વૉર્ટ્‌ઝાઇટ, મારબલ, વગેરે ખડકો આપણને આ યુગની ભૂસ્તરરચનામાં જોવા મળે છે. વળી, કેટલાંક ગ્રૅનીટ ખડકોનાં અંકુરો અને શાખાઓ આના કરતાં વધારે અર્વાચીન કાળનાં પણ હોય, પરંતુ દરેક ભાગમાં મળતાં ખડકોને બારીકીથી તપાસતાં આ શંકાને સહેજ પણ આધાર મળતો જણાતો નથી. ડાયોરાઇટ, ઇત્યાદિ ખડકોના ફાંટાફણગાઓએ પણ હોર્નબ્લેન્ડ નાઇસ ખડકોના જેવું જ વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરેલું છે અને તે પણ આ યુગમાં જ અસ્તિત્વમાં આવ્યા હોવાનો સંભવ બતાવે છે.

દ્વીપકલ્પના કોઈ પણ ભાગ કરતાં મુંબઈઇલાકામાં વિકૃત ખડકો ઘણાં ઓછાં દેખાય છે; અને ખાસ કરીને ગુજરાતમાં ઘણી થોડી જગાઓમાં જોવા મળે છે. કચ્છ અને સિંધમાં તો એ ક્યાં યે જણાતાં નથી; પણ કચ્છના રણની ઉત્તરે નગરપારકર નામના ગામ આગળ

એ મળે છે અને ત્યાંથી પૂર્વમાં સખાઇને આબુપર્વત સુધી પહોંચે છે. ખૂદ આબુપર્વતમાં પણ એ જ ખડકો દેખાય છે. ત્યાંથી નીચે દક્ષિણમાં ઊતરતાં ઉત્તરકાઠિયાવાડમાં પાછાં દેખાય છે અને કાઠિયાવાડની દક્ષિણમાં આવેલા ગિરનારપર્વત પણ એ જ ખડકોના બન્યા છે. પાલીતાણા અને ઘોઘાની આસપાસના વિસ્તારોમાં પણ એ જ ખડકો બહાર આવ્યાં છે. ખંભાતના અખાતથી ઉત્તરે સંખાતા પશ્ચિમ કાંઠાના રસાળપટની પૂર્વમાં પાછા ઇડરરાજ્યમાં અને તેની આસપાસના વિસ્તારોમાં અને રેવાકાંઠાએજન્સીમાં છોટાઉદેપુરમાં વિકૃતિ પામેલ ગ્રૅનીટ ખડકો જોવા મળે છે. દક્ષિણમાં વધારે નીચે ઊતરતાં રેતીપાષાણ અને ટ્રૅપની નીચે આ ખડકો ઢંકાઇ ગયાં છે અને નર્મદાનદીના તટ સુધી પહોંચેલાં જણાતાં નથી. રાજપૂતાનામાં કિસનગઢ આગળ પણ આ ખડકો મળે છે.

નર્મદાથી માંડીને મુંબઇઇલાકાની દક્ષિણની હદ સુધીમાં આ ખડકો ક્યાંય પણ જણાતાં નથી. પણ ફરીથી આપણને ઇલાકાની છેક દક્ષિણ હદ પર જ નજરે પડે છે. માલવણથી એની શરૂઆત થઇ સાવંતવાડી, ગોવા અને ઉત્તરકાનડામાં અને સહ્યાદ્રિની પૂર્વમાં બેલગામ, કલાદગી અને ધારવાડમાં એ બધાં ખડકો નજરે પડે છે. જો કે એની ઉપર લૅટેરાઇટનું પાતળું પડ પથરાઇ ગયેલું દેખાય છે ખરું.

ધારવાડવ્યૂહ

આ યુગની શરૂવાતમાં પૃથ્વીનું બાહ્ય કવચ ઘણે અંશે વિકાર પામ્યું હતું. પૃથ્વીની ફરવાની ગતિને લઇને એ ધીમેધીમે ઠંડી થતી ગઇ હતી અને તેને લઇને બાહ્ય કવચમાં પડેલી કરચલીઓએ એ યુગના સમુદ્ર અને પર્વતોને જન્મ આપ્યો. જતે કાળે સમુદ્રો ઊંડા થતા ગયા અને જમીનના ટુકડાઓ-ખંડો-ઊંચા થતા ગયા. સમુદ્ર અને ખંડોનું આ પ્રમાણે વહેંચાણ થતાં આર્કિયનયુગનાં ખડકો નૈસર્ગિક બળોને આધીન થયાં અને ભૌતિક અપક્ષયના

આદીકલ્પમાંથી પહેલવહેલાં જળકૃત ખડકો સમુદ્રમાં જામ્યાં. ધારવાડ આગળ આ ખડકો દેખાયાં હતાં અને તે ઉપરથી એ ખડકોનો આખો સ્તરવ્યૂહ ધારવાડવ્યૂહ તરીકે ઓળખાય છે.

ધારવાડયુગનાં ખડકો રાજપૂતાનાના મોટા ભાગમાં દેખાય છે, અને આરાવલીસ્તરવ્યૂહને નામે ઓળખાય છે. ધારવાડયુગ દરમિયાન સમુદ્રમાં જામેલ જલકૃત ખડકો તે યુગના અન્તમાં આન્તરક્ષોભોને લીધે ઊંચાં આવ્યાં; અને એ રીતે જૂનામાં જૂની આરાવલીની ગિરિમાળા એ યુગના અન્તમાં અસ્તિત્વમાં આવી હતી. તે યુગમાં દક્ષિણથી માંડીને ઉત્તરમાં હિમાલય સુધી આરાવલીની ગિરિમાલા લંબાઇ હોવાનું કહેવાય છે.

આરાવલીમાં મળતાં ધારવાડયુગનાં ખડકો ઉપગામી ઉભયપદી નમનાકારે નીચેનાં વિકૃત નાઇસખડકોમાં પડેલાં મળે છે. આખા આરાવલીવ્યૂહના બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છેઃ (૧) નીચલા ભાગને આરાવલીસંઘાતનું નામ આપવામાં આવ્યું છે, અને (૨) ઊપલો ભાગ રીઆલોસંઘાતના નામે ઓળખાય છે.

લગભગ ૧૦૦૦૦ ફૂટ સુધી અભિપૃષ્ઠ દશામાં જતો આરાવલીસંઘાત મુખ્યત્વે ક્વોર્ટ્ઝાઇટ, કોંગ્લોમરેટ, માટીપાષાણ અને ફ્લાઇલાઇટ અને નાઇસ ખડકોનો બનેલો છે. ક્યાંકક્યાંક વિકૃત માટીપાષાણ અને ફ્લાઇલાઇટમાં ગ્રેનીટના ફણગાઓ પણ મળે છે. આરાવલીસંઘાતની ઉપર ક્રમભંગવાળી દશામાં પડેલા રીઆલોસંઘાતમાં સ્ફટિક-ચૂર્ણપાષાણ ક્વોર્ટ્ઝાઇટ, ગ્રીટ અને સ્લેટ ખડકો મળે છે. દિલ્હી અને આગ્રાની જાણીતી મોગલ ઈમારતોમાં વપરાયેલો મકરાના આરસ આ રીઆલોસંઘાતની જ પેદાશ છે.

અર્ધવિકૃત ચાંપાનેરસ્તરો

વડોદરાની પૂર્વે પાવાગઢ પર્વતની તળેટીમાં ચાંપાનેરમાં આ

ખડકો આપણને દેખાય છે. પાવાગઢપર્વતો રૂપખડકમાંથી બન્યા છે; જ્યારે એની તળેટીમાં મળતાં અર્ધવિકૃત ખડકો એની પૂર્વ દિશામાં લગભગ ૨૦ માઇલ સુધી લંબાયે જાય છે અને ઉત્તરમાં તો એટલે લગી સુધી પહોંચ્યાં છે કે એની હદ પણ જણાતી નથી. ચાંપાનેર આગળ જણાયેલાં અર્ધવિકૃત ખડકોમાં ખાસ કરીને કવોર્ટ્ઝાઇટ, રેતીપાષાણ, કૉંગ્લોમરેટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણ ઘણા મોટા જથ્થામાં મળે છે, અને એની અંદર ક્યાંકક્યાંક લોહતત્ત્વના પટા નજરે ચડે છે. ચૂર્ણપાષાણ પણ જે મળે છે તે ખવાયા વિનાનો પોતાનું અસલ સ્વરૂપ જાળવી રહેલો છે; અથવા તો ક્યાંક સ્ફટિકદશા પામ્યો છે. કડવાલ નામના ગામ આગળ તો એની અંદર ઍકટીનોલાઇટના સ્ફટિક પણ પેદા થયા છે. કૉંગ્લોમરેટની વિશિષ્ટતા એ જણાય છે કે એનું અવયવસંઘટન જે ખાસ કરીને રેતીપાષાણનું બન્યું છે તેની અંદર ગ્રૅનીટ, કવોર્ટ્ઝાઇટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણના નાના કાંકરાઓ તેમ જ મોટા ટૂકડા પણ મળે છે. કેટલેક ઠેકાણે ચૂર્ણપાષાણ ટૂકડાઓનું કદ એક ફૂટથી પણ વધારે વ્યાસવાળું જણાયું છે. ઘણા ઝીણા કણના બનેલા માટીપાષાણમાં એટલા બધા ચીરાડા છે કે કદાચ એને ઉપયોગમાં પણ લઇ શકાય. દક્ષિણ તરફ જતાં આ ખડકો વળી પાછું વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

કુડાપ્પાવ્યૂહ

ધારવાડયુગનો અંત આવતાં હિંદુસ્તાનના ભૂકવચે આંતરક્ષોભોને આધીન થઇ પોતાનું સ્વરૂપ બદલવા માંડયું. ધારવાડયુગના સમુદ્રમાં બંધાયેલાં જલકૃત ખડકોએ ઊંચે આવતાં જમીનનું સ્વરૂપ લીધું અને આસપાસના અને ક્યાંક અંદરના દબાણને લઇને અને એવા જ બીજા સંયોગવશાત્ એ ખડકો વિકૃતાવસ્થા પામ્યાં અને પર્વતોની હારમાળાઓને જન્મ આપ્યો. આરાવલીપર્વતોનો જન્મ પણ આ જ કાળમાં થયો. આ પછીના યુગોમાં હિંદુસ્તાનનું ભાગ્યક્ષેત્ર વધારે

અને વધારે સ્થિર બનતું ગયું; અને વિંધ્યયુગના અંતમાં તો આ બધા આંતરક્ષોભોનાં આવરણો હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી સદંતર નાબૂદ થઈ ગયાં.

ધારવાડયુગના ખવાઇ, ઘસાઇ અને તૂટીને ભૌતિક અપક્ષયથી સપાટ બનેલા પ્રદેશ પર કુડાપ્પાયુગનાં સ્તરોનું બંધારણ થયું છે. તે ઉપરથી અનુમાન એ નીકળી શકે છે કે ધારવાડયુગનાં ખડકો ઊંચે આવ્યા ત્યાર પછી એ નૈસર્ગિક બળોનો ઘણા લાંબા કાળ સુધી ભોગ બન્યાં હતાં. કાળક્રમે વળી પાછો એ પ્રદેશ નીચે ગયો અને એની ઉપર કુડાપ્પાયુગનાં ખડકોની બંધારણક્રિયા શરૂ થઇ હતી. એટલે ધારવાડયુગના અન્ત પછી કેટલાક કાળ સુધી કોઇ પણ સ્તરોનું બંધારણ થયું ન હતું. ધારવાડયુગનો અંત અને કુડાપ્પાયુગની શરૂઆતના ગાળાને આપણે ક્રમસંગકાળ તરીકે ઓળખીશું.

મદ્રાસઇલાકાના મધ્યમાં આવેલા કુડાપ્પાજિલ્લામાં આ યુગનાં ખડકોનું પહેલું નિરૂપણ થયું હતું અને તે ઉપરથી કુડપ્પા નામ એમને આપવામાં આવ્યું છે. માટીપાષાણ, વિકૃત માટીપાષાણ, કૉર્ટ્ઝાઇટ અને ચૂર્ણપાષાણ જેવાં ખડકો આ યુગમાં મળે છે.

પૂર્વ રાજપૂતાનામાં અલવાર કવૉર્ટ્ઝાઇટને નામે જાણીતાં થયેલાં ખડકો સિવાય ગુજરાતમાં ખાસ કરીને આ યુગનાં ખડકો આપણને ક્યાં યે મળતાં નથી. આ વ્યૂહના પેટાવિભાગ દિલ્હીસંઘાતનાં સ્તરોમાં ગ્રૅનીટ અને એવાં બીજાં આગ્નેય ખડકોએ આક્રમણ કર્યું છે, અને તેને લઇને ઇડર ગ્રેનીટ જેવાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે.

વિંધ્યવ્યૂહ

લગભગ ૧૪૦૦ ફૂટ જેટલી જાડાઇનાં વિંધ્યયુગનાં ખડકો રેતીપાષાણ, માટીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ એમ ત્રણ જાતનાં બન્યાં છે.

ખડકો આપણને દેખાય છે. પાવાગઢપર્વતો ટ્રેપખડકમાંથી બન્યા છે; જ્યારે એની તળેટીમાં મળતાં અર્ધવિકૃત ખડકો એની પૂર્વ દિશામાં લગભગ ૨૦ માઇલ સુધી લંબાયે જાય છે અને ઉત્તરમાં તો એટલે લાંબે સુધી પહોંચ્યાં છે કે એની હદ પણ જણાતી નથી. ચાંપાનેર આગળ જણાયેલાં અર્ધવિકૃત ખડકોમાં ખાસ કરીને કવોર્ટ્ઝાઇટ, રેતીપાષાણ, કૉંગ્લોમરેટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણ ઘણા મોટા જથ્થામાં મળે છે, અને એની અંદર કયાંકકયાંક લોહતત્ત્વના પટા નજરે ચડે છે. ચૂર્ણપાષાણ પણ જે મળે છે તે ખવાયા વિનાનો પોતાનું અસલ સ્વરૂપ જાળવી રહેલો છે; અથવા તો કયાંક સ્ફટિકદશાએ પામ્યો છે. કડવાલ નામના ગામ આગળ તો એની અંદર ઍકટીનોલાઇટના સ્ફટિક પણ પેદા થયા છે. કૉંગ્લોમરેટની વિશિષ્ટતા એ જણાય છે કે એનું અવયવસંઘટન જે ખાસ કરીને રેતીપાષાણનું બન્યું છે તેની અંદર ગ્રૅનીટ, કવોર્ટ્ઝાઇટ, સ્લેટ અને ચૂર્ણપાષાણના નાના કાંકરાઓ તેમ જ મોટા ટૂકડા પણ મળે છે. કેટલેક ઠેકાણે ચૂર્ણપાષાણ ટૂકડાઓનું કદ એક ફૂટથી પણ વધારે વ્યાસવાળું જણાયું છે. ઘણા ઝીણા કણના બનેલા માટીપાષાણમાં એટલા બધા ચીરાડા છે કે કદાચ એને ઉપયોગમાં પણ લઇ શકાય. દક્ષિણ તરફ જતા આ ખડકો વળી પાછું વિકૃત સ્વરૂપ ધારણ કરે છે.

૮ કુડાપ્પાવ્યૂહ

ધારવાડયુગનો અંત આવતાં હિંદુસ્તાનના ભૂકવચે આંતરક્ષોભોને આધીન થઇ પોતાનું સ્વરૂપ બદલવા માંડ્યું. ધારવાડયુગના સમુદ્રમાં બંધાયેલાં જલકૃત ખડકોએ ઊંચે આવતાં જમીનનું સ્વરૂપ લીધું અને આસપાસના અને કયાંક અંદરના દબાણને લઇને અને એવા જ બીજા સંયોગવશાત્ એ ખડકો વિકૃતાવસ્થા પામ્યા અને પર્વતોની હારમાળાઓને જન્મ આપ્યો. આરાવલીપર્વતોનો જન્મ પણ આ જ કાળમાં થયો. આ પછીના યુગોમાં હિંદુસ્તાનનું ભાગ્યક્ષેત્ર વધારે

અને વધારે સ્થિર બનતું ગયું; અને વિંધ્યયુગના અંતમાં તો આ બધા આંતરક્ષોભોનાં આવરણો હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી સદંતર નાબૂદ થઈ ગયાં.

ધારવાડયુગના ખવાણ, ઘસાણ અને તૂટીને ભૌતિક અપક્ષયથી સપાટ બનેલા પ્રદેશ પર કુડાપ્પાયુગનાં સ્તરોનું બંધારણ થયું છે. તે ઉપરથી અનુમાન એ નીકળી શકે છે કે ધારવાડયુગનાં ખડકો ઊંચે આવ્યા ત્યાર પછી એ નૈસર્ગિક બળોનો ઘણા લાંબા કાળ સુધી ભોગ બન્યાં હતાં. કાળક્રમે વળી પાછો એ પ્રદેશ નીચે ગયો અને એની ઉપર કુડાપ્પાયુગનાં ખડકોની બંધારણક્રિયા શરૂ થઇ હતી. એટલે ધારવાડયુગના અન્ત પછી કેટલાક કાળ સુધી કોઇ પણ સ્તરોનું બંધારણ થયું ન હતું. ધારવાડયુગનો અંત અને કુડાપ્પાયુગની શરૂઆતના ગાળાને આપણે **ક્રમભંગકાળ** તરીકે ઓળખીશું.

મદ્રાસઇલાકાના મધ્યમાં આવેલા કુડાપ્પાજિલ્લામાં આ યુગનાં ખડકોનું પહેલું નિરૂપણ થયું હતું અને તે ઉપરથી કુડપ્પા નામ એમને આપવામાં આવ્યું છે. માટીપાષાણ, વિકૃત માટીપાષાણ, ક્વૉર્ટ્ઝાઇટ અને ચૂર્ણપાષાણ જેવાં ખડકો આ યુગમાં મળે છે.

પૂર્વ રાજપૂતાનામાં અલવાર ક્વૉર્ટ્ઝાઇટને નામે જાણીતાં થયેલાં ખડકો સિવાય ગુજરાતમાં ખાસ કરીને આ યુગનાં ખડકો આપણને ક્યાં યે મળતાં નથી. આ વ્યૂહના પેટાવિભાગ દિલ્હીસંઘાતનાં સ્તરોમાં ગ્રૅનીટ અને એવાં બીજાં આગ્નેય ખડકોએ આક્રમણ કર્યું છે, અને તેને લઇને ઇડર ગ્રેનીટ જેવાં ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં છે.

વિંધ્યવ્યૂહ

લગભગ ૧૪૦૦ ફૂટ જેટલી જાડાઇનાં વિંધ્યયુગનાં ખડકો રેતીપાષાણ, માટીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ એમ ત્રણ જાતનાં બન્યાં છે.

આ યુગમાં પણ પૃથ્વીના પડ ઉપર જીવમાત્રની કાંઇ પણ ખાસ શરૂઆત થઇ હોય એમ લાગતું નથી. વળી યુગનાં સ્તરો હજી પણ અનુપૃષ્ઠ સ્થિતિ જાળવી રહ્યાં છે અને કોઇ પણ રીતની ખાસ વિકૃતાવસ્થા પામ્યાં નથી. ભૂવિદ્યાની દૃષ્ટિએ હિંદુસ્તાનના ત્રિકોણાકાર દ્વીપકલ્પપ્રદેશનો ભૂતકાળ તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે ઊંચા પર્વતોને જન્મ આપતા અને બાહ્ય કવચમાં મોટા ફેરફારો કરતા જે આંતર ક્ષોભોને આધીન થઇ વિંધ્યયુગનાં જલકૃત ખડકો સમુદ્રમાંથી ઉપર આવ્યાં તેવા આંતરક્ષોભો કે ઉલ્કાપાતો ત્યારપછી ઘણા લાંબા કાળ સુધી દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં નથી થયા.

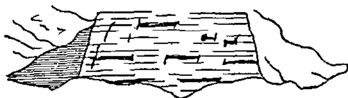
વિંધ્યવ્યૂહ એ નામથી જાણીતા થયેલાં ખડકો આપણને ગુજરાતમાં વિંધ્યપર્વતોમાં મળે છે. મુખ્યત્વે એ સ્તરો રેતીપાષાણનાં બન્યાં છે, જો કે સાથેસાથે ચૂર્ણપાષાણ અને માટીપાષાણ પણ મળે છે ખરા. રેતીપાષાણનો રંગ ઝાંખો ગુલાબી હોય છે અને એનું બહુ સખ્ત અવયવસંઘટન કેટલીક વખત ક્વૉર્ટ્ઝાઇટનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે અને લગભગ કાચજેવું દેખાય છે. એ ખડકોની ક્રમવારી તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે એની બરાબર હેઠળનાં ઘણાં સ્તરોનો ભૌતિક અપક્ષયને લઇને નાશ થયો છે; અને જે ખડકો ઉપર આજે એ પડેલાં દેખાય છે એ બન્ને વચ્ચે લાંબા કાળનો અન્તરગાળો પડી ગયેલો છે અને ક્રમભંગ થયેલો જણાય છે. વિંધ્યવ્યૂહનાં ઊપલાં અને નીચલા એમ બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે તેમાંનાં ઊપલા વિંધ્ય ખડકો માળવા અને બુંદેલખંડમાં ખાસ મળે છે. મહાનદી અને ગોદાવરીના પ્રદેશમાં પણ રેતીપાષાણ, ક્વૉર્ટ્ઝાઇટ, ચૂર્ણપાષાણ અને માટીપાષાણ ખડકો છે તે નીચલા વિંધ્યયુગના હોવાનું મનાય છે.

વિંધ્યયુગનાં ખડકોનો કયા કાળમાં ઉદ્ભવ થયો હશે એ નક્કી કરવું ઘણું અઘરું બન્યું છે, કારણ કે એ ખડકોમાંથી એક પણ પ્રાણીકુલ કે વનસ્પતિકુલઅવશેષ મળ્યો નથી.

ગોંડવાવ્યૂહ

વિંધ્યયુગના અન્ત પછી હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પપ્રદેશનું બાહ્ય કવચ કોઇ પણ પ્રચંડ આંતરક્ષોભોના અભાવને લીધે સૂકા જમીન-પ્રદેશ તરીકે જ રહ્યું છે અને તેને લઇને કોઇ પણ જાતનાં સમુદ્ર-જલકૃત ખડકો વિંધ્યયુગ પછીના કાળમાં બંધાયેલાં જણાતાં નથી. પરંતુ ઊપલા કાર્બોનિફેરસયુગના અન્તકાળે કોઇક નવી જ ઉપાધિઓ વડે નવા જ ફેરફારો દ્વીપકલ્પના બાહ્ય કવચમાં થવા માંડયા. ઉત્તર હિંદુસ્તાનમાં આજે જ્યાં હિમાલયની ગિરિમાલા આવેલી છે ત્યાં ટાઇથીઝ નામના મહાસાગરનાં પાણી ઉછળવા લાગ્યાં. આ મહાસાગરના એક ફાંટાએ પશ્ચિમમાંથી ઉત્તરહિંદુસ્તાનમાં આક્રમણ કર્યું. ટાઇથીઝ મહાસાગર આખી પૃથ્વીની આસપાસ પૂર્વપશ્ચિમ લંબાયો હતો અને પૃથ્વીને ઉત્તર અને દક્ષિણ ગોળાર્ધ એમ બે ભાગે વહેંચી નાંખતો હતો. આ ભૂમધ્ય સમુદ્ર ટાઇથીઝ પર્મિયનયુગથી માંડીને તે છેક ઇઓસીનયુગ સુધી આ સ્થળે અસ્તિત્વ ભોગવી રહ્યો હતો.

વિંધ્યયુગથી માંડીને કાર્બોનિફેરસયુગ સુધી હિંદુસ્તાનદ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાં પ્રવર્તેલા શાંતિકાળનો હવે અંત આવ્યો. નવી જ જાતના આંતર-ક્ષોભોને લીધે પર્વતો નહિ બનતાં જમીનના મોટામોટા ટૂકડા એકદમ અંદર ઘણા ઊંડે સુધી બેસી ગયા અને તેમણે આ રીતે ઊંડી ખીણો અને ખાડાઓને જન્મ આપ્યો. આસપાસ વહી રહેલી નદીઓ પોતાની સાથે કાંપ લાવીને આ ઊંડા ખાડાઓ પૂરતી હતી અને તેથી જે ખડકો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં એ ગોંડવાખડકોને નામે ઓળખાય છે જુઓ આકૃતિ ૪૨. નર્મદાનદીની દક્ષિણમાં આવેલું



આકૃતિ ૪૨ ગોંડવાખડક દર્શાવતી

ગૅાડવારાજ્યજ્યાં આ ખડકો પહેલાં તપાસવામાં આવ્યાં હતાં તે ઉપરથી એ ખડકોનું આ નામ પાડવામાં આવ્યું છે.

ઊપલા ગૅાડવાનાં સૌથી નવાં ખડકો કચ્છમાં ઊમીઆ નામના ગામ આગળ મળે છે, જેના પરથી એ ખડકો ઊમીઆસંઘાતને નામે ઓળખાય છે. ઊમીઆસંઘાત જે દરીયાઇ કૉગ્લોમરેટ, રેતીપાષાણ અને માટીપાષાણનો બન્યો છે તે લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલી જાડાઇનો અને જ્યુરાસિકયુગનાં જાડાં થરો પર પડેલો મળે છે. ઊમીઆસંઘાતનાં ઊપલાં પડોમાં બીજાં થોડાં પડો છે જેની અંદરથી ગૅાડવાયુગનાં વનસ્પતિ કે અવશેષ મળે છે જે બતાવે છે કે એ કાળે કચ્છમાં ગૅાડવાયુગનું વાતાવરણ પ્રવર્ત્યું હશે. આ સ્તરોમાં મળતા દરિયાઇ પ્રાણીના અવશેષો ઊપલા જ્યુરાસિક અને ક્રિટેશિયસયુગના અવશેષો સાથે સામ્ય ધરાવે છે તે ઉપરથી આ ગૅાડવાખડકોનો કાળવિસ્તાર પણ નક્કી થઇ શકે છે. આ સ્તરોમાં નીચે પ્રમાણેના અવશેષો મળે છેઃ

કોનિફર+એલેફીફાઇલમ ; પેજિયોફાઇલમ; ઇલેટોકલેડસ, વગેરે.

સાઇકાડ+ટીલોફાઇલમ; વીલીયમસોનીઆ.

ફર્ન+ક્લૅડોફ્લેબીસ.

પ્લીસીઓસોરૂસ નામનાં લાંબી ગરદનવાળા એક ઉરગ પ્રાણીના અવશેષ પણ મળ્યા છે તે જ્યુરાસિકયુગના હોય એમ મનાય છે. ઉત્તરકાઠિયાવાડમાં ધ્રાંગધ્રા અને વઢવાણ આગળ મળતા જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકોનાં સ્તરમાં પણ ઊમીઆસંઘાતમાં મળતા કોનીફર અને સાઇકાડજેવી વનસ્પતિના અવશેષો મળ્યા છે.

જ્યુરાસિકવ્યૂહ

આગળ આપણે જોઇ ગયા તેમ વિંધ્યયુગ પછી હિંદુસ્તાનદ્વીપકલ્પપ્રદેશનું બાહ્યકવચ આજપર્યંત જમીનરૂપે જ રહ્યું,છે અને તે પછીના કોઇ પણ યુગમાં એની ઉપર સમુદ્રનાં પાણીનું આક્રમણ થયું

નથી. અને તેને જ લઇને વિંધ્યયુગ પછીના કોઇ પણ યુગના બહોળા વિસ્તારવાળાં જલકૃત ખડકો આ પ્રદેશમાં આપણને મળતાં નથી. પરંતુ, કોઇક વખત બને છે તેમ સમુદ્રની પાણી સંઘરવાની જગા ઓછી થતાં અથવા તો ક્યાંક જમીનનો મોટો ભાગ ઘણો ઊંડો બેસી જતાં નીચે બેસી ગયેલી જમીનોના વિસ્તારમાં પાણીનું આક્રમણ થાય છે. આ પ્રમાણે જ્યુરાસિકયુગમાં હિંદુસ્તાનના દ્વીપકલ્પપ્રદેશમાં ક્યાંક ક્યાંક સમુદ્રનાં પાણી ફરી વળ્યાં, પરંતુ એ થોડા જ સમયને માટે. આ રીતે જન્મ પામેલા સમુદ્રો પણ ફક્ત થોડા જ સમય માટે રહે છે. તેમની અંદર માટીપાષણ અને રેતીપાષાણ અને છીંછરાં પાણીમાં બંધાતા ચૂર્ણપાષાણનો ઉદ્‌ભવ થાય છે. આવી રીતે બંધાયેલાં ખડકો હિંદુસ્તાનની ભૂમિરચનામાં **તીરોત્થિત ખડકો** તરીકે ગણવામાં આવ્યાં છે. કચ્છના ઊપલા ગૉંડવાયુગના ઊમીઆસંઘાતમાં મળતાં ખડકો (જે આપણે ઉપર જોઇ ગયા) આ તીરોત્થિત ખડકોનું દૃષ્ટાંત પૂરું પાડે છે. તીરોત્થિત ખડકોનાં બીજાં દૃષ્ટાંતો ગુજરાતમાં કચ્છ, રાજપૂતાના, નર્મદાનો તટ, ગુજરાત અને કાઠિયાવાડમાં મળે છે.

ઊંડા, મોટા મહાસાગરોમાં બંધાતાં જલકૃત ખડકોથી આ ખડકો તદ્દન જુદી જ વિશિષ્ટતાઓ દાખવે છે. એ તીરોત્થિત ખડકનાં પડ જેટલાં જાડાં નથી હોતાં. એમનો વિસ્તાર પણ કિનારા પર એક સાંકડા પટા સમાન અવલંબી રહે છે અને વધારે દૂરના સ્થળ-પ્રદેશમાં લંબાતો નથી. વળી, એનાં નાનાં, બારીક પડોની અનુપૃષ્ઠ સ્થિતિ પણ જળવાયેલી રહેતી નથી; બલકે ગમે તે ખૂણે એમનું બંધારણ થયું હોય છે. અપવાદરૂપે કોઇક વખતે તે પ્રદેશ જો ઊંડો અને ઊંડો બેસતો જતો હોય છે તો ઘણાં જાડાં પડ બંધાવાના સંભવો હોય છે. કચ્છના જ્યુરાસિકયુગનાં તીરોત્થિત ખડકોનાં હજારો ફૂટ જાડાં પડો પણ આવા જ સંજોગોમાં બંધાયાં હોવાનું કહેવાય છે.

કચ્છમાં મળતા જયુરાસિકયુગનાં ખડકો

કચ્છનાં ખડકોનું સંશોધનકાર્ય પહેલું કેપ્ટન ગ્રાંટે શરૂ કર્યું હતું તે પછી જ્યોલૉજિકલ સર્વે ખાતાએ ત્યાં ઘણી વખત એ ખડકોની આંકણી કરી છે. રણમાં આવેલો ડુંગરાળો પ્રદેશ અને કચ્છનો ઉત્તરનો પ્રદેશ ટ્રેપની નીચે આવેલા ખડકોનો બન્યો છે. એને ઊપલા અને નીચલા એમ બે ભાગોમાં વહેંચવામાં આવ્યો છે. નીચલા ભાગમાં મુખ્યત્વે માટીપાષણ અને તેની વચ્ચે વચ્ચે રેતીપાષાણ સાથે ચૂર્ણપાષાણ નજરે પડે છે; જ્યારે ઊપલા ભાગમાં ખાસ કરીને મોટા કણવાળા રેતીપાષાણ વધારે પ્રમાણમાં દેખાય છે.

નીચલા ભાગના માટીપાષાણમાં દરિયાઇ છીપશંખલાના અવશેષો મળે છે અને તે ઠેકાણેઠેકાણે જુદાજુદા રંગના જણાયા છે. તેનો ખનિજસમુદાય પણ તે પ્રમાણે જુદો પડે છે. ઊપલા ભાગની પેઠે એમાં લોહતત્ત્વના પટા ઘણા જણાતા નથી.

ઊપલા ભાગના રેતીપાષાણ ફેલ્સપાર સ્ફટિકના બનેલા હોઇને લગભગ સફેદ રંગના જ દેખાય છે; જો કે નીચે ઊતરતાં એ બદામી કે ઝાંખા રાતા રંગના દેખાય છે. એની અંદર પુષ્કળ લોહતત્ત્વના પટાઓ અને કાંકરાઓ નજરે પડે છે. ક્યાંક ક્યાંક મળતા માટી પાષાણમાં સાઇકાડ અને ફર્નના અવશેષો જણાયા છે અને કેટલાક અવશેષો તો એટલી ખરાબ અવસ્થામાં મળ્યા છે કે બિલકુલ ઓળખી પણ શકાય નહિ કેટલાક માટીપાષાણ કોલસાના તત્ત્વના મિશ્રણવાળા મળ્યા છે અને ભુજની ઉત્તરમાં ટ્રોમ્મો અને બીજે કેટલેક ઠેકાણે ખનિજ કોલસાના આછાં પાતળાં પડ પણ મળ્યાં છે. પણ કોલસાનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોવાને લીધે એ ઉપયોગમાં લઇ શકાય એમ નથી.

ઊપલા અને નીચલા એમ કચ્છના ખડકના જો કે બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે છતાં એ બન્ને ભાગનાં ખડકોમાં ઘણું સામ્ય

રહેલું છે. ખાસ કરીને દરિયાઇ પ્રાણીકુલઅવશેષો નીચલા ભાગમાં મળે છે અને ઊપલા ભાગમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો મળે છે; જો કે અપવાદરૂપે એ આગળ ઘણા દરિયાઇ અવશેષવાળાં ખડકોમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો પણ થોડાથોડા નજરે પડે છે. કચ્છના પશ્ચિમ ભાગમાંના ઊપલા વિભાગમાં દરિયાઇ અવશેષવાળાં થર પણ મળ્યાં છે.

કચ્છનાં ખડકોનું સંશોધનકાર્ય પહેલું કૅપ્ટન ગ્રાંટે શરૂ કર્યું હતું, જે પછી જ્યૉલૉજિકલ સર્વે ખાતાએ ત્યાં ઘણી વખત એ ખડકોની તપાસણી કરી છે. રણમાં આવેલો ડુંગરાળો પ્રદેશ અને કચ્છનો ઉત્તરનો પ્રદેશ ટ્રૅપની નીચે આવેલા ખડકોનો બન્યો છે તેમ બે જુદાજુદા ભાગોનો બન્યો છે. નીચલા ભાગમાં મુખ્યત્વે માટીપાષાણ અને તેની વચ્ચે વચ્ચે રેતીપાષાણ સાથે ચૂર્ણપાષાણ નજરે પડે છે; જ્યારે ઊપલા ભાગમાં ખાસ કરીને મોટાં કણવાળો રેતીપાષાણ વધારે પ્રમાણમાં દેખા દે છે.

નીચલા ભાગના માટીપાષાણમાં સામુદ્રિક છીપશંખલાના અવશેષો મળે છે અને તે ઠેકાણેઠેકાણે જુદાજુદા રંગના હોય છે. અને તેનો ખનિજસમુદાય પણ તે પ્રમાણે જુદો પડે છે. ઊપલા ભાગની પેઠે એમાં લોહતત્ત્વોના પટા ઘણા ઓછા જણાય છે.

ઊપલા ભાગનો રેતીપાષાણ ફેલ્સપાર સ્ફટિકનો બનેલો હોઇ લગભગ સફેદ રંગનો જ દેખાય છે, જો કે નીચે ઉતરતાં એ બદામી કે ઝાંખા રાતા રંગનો દેખાય છે અને એની અંદર પુષ્કળ લોખંડી તત્ત્વના પટા અને કાંકરા નજરે પડે છે. ક્યાંક ક્યાંક મળતા માટીપાષાણમાં સાઇકાડ અને ફર્નના અવશેષો જણાયા છે અને કેટલાક અવશેષો તો એટલા ખરાબ અવસ્થામાં રહ્યા છે કે બિલકુલ ઓળખી પણ શકાય નહિ. કેટલાક માટીપાષાણ કોલસાના તત્ત્વના મિશ્રણવાળા મળ્યા છે અને ભૂજની ઉત્તરમાં ટ્રોમ્બે અને બીજે કેટલેક ઠેકાણે

ખાનજ કોલસાના આછાંપાનળાં પડ પણ મળ્યાં છે, પણ એનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોવાથી એ ઉપયોગમાં લઈ શકાય એમ નથી.

ઊપલો અને નીચલો એમ કચ્છના ખડકોનાં જો કે બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે તો યે એ બન્ને ભાગનાં ખડકોમાં ઘણું સામ્ય રહે છે. ખાસ કરીને સામુદ્રિક અવશેષો નીચલા ભાગમાં મળે છે, અને ઊપલા ભાગમાં વનસ્પતિકુલઅવશેષો મળે છે, જો કે અપવાદ-રૂપે ચારી આગળ ઘણા સામુદ્રિક અવશેષવાળાં ખડકોમાં વનસ્પતિકુલ-અવશેષો પણ થોડાથોડા નજરે પડે છે; અને કચ્છના પશ્ચિમ ભાગમાંના ઊપલા વિભાગમાં સામુદ્રિક અવશેષવાળાં થર પણ મળ્યાં છે. આ પરથી જણાશે કે ઊપલો અને નીચલો વિભાગ બે જુદા ભાગો ન હોતાં એકજ ભાગના બન્યા હોવા જોઇએ અને એકજ કાળમાં એમનો ઉદ્‌ભવ પણ થયો હોવો જોઇએ. એમાં મળતાં એમોનાઇટ્‌સ, બેલેમ્નાઇટ્‌સ, પ્લુરોટોમારીઆ, આવીકયુલા, જરવીલીઆ, લીમા, ન્યુકયુલા, ઑસ્ટ્રીઆ, ફૅલેડોમિયા, ટ્રાઇગોનીઆ, રહિંનકોનેલા, ટેરીબ્રેટયુલા, વગેરે અવશેષો પરથી એનો ભૂસ્તરયુગ મધ્ય અને ઊપલા જ્યુરાસિકકાળનો ગણવામાં આવ્યો છે.

વાઇનના મત પ્રમાણે કચ્છના જ્યુરાસિકયુગનાં થરોની જાડાઇ લગભગ ૬૩૦૦ ફૂટ જેટલી ગણવામાં આવી છે; તેમાંથી ઊપલા ભાગની જાડાઇ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલી માનવામાં આવે છે. આ તો જેમ દેખાય છે તેજ જાડાઈ આપવામાં આવી છે, પણ ખરી રીતે એની જાડાઇ ઘણી વધારે હોવી જોઇએ; કારણ કે એની ઉપરનાં થરનો મોટો ભાગ ખવાઇ ગયો છે અને એનું તળિયું તો જમીનની અંદર હોવાને લીધે બહાર જોઈ શકાતું નથી.

કચ્છ સિવાય ગુજરાતમાં બીજે ક્યાંય પણ જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો આપણને મળતાં નથી.

જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો (તીરોત્થિત ખડકો) કચ્છના ઘણા

મોટા ભાગમાં છે અને તે જ પ્રમાણે એની જાડાઈ પણ ઘણી જ છે. અને ઉપર બતાવ્યા પ્રમાણે એ જમીન ખડકોના બંધારણ-કાળ દરમિયાન ધીમેધીમે હેઠે ગઈ હોય તો તીરોત્થિત ખડકોમાં આટલી બધી જાડાઇનાં થરો મળવાં અશક્ય છે.

રણમાં મળતાં ખારાશવાળા બધાં માટીદ્રવ્ય હેઠળ આર્કીઅનયુગ-નાં નાઇસિક ખડકો હોવાં જોઇએ અને જ્યુરાસિકયુગનાં જે ખડકો મળે છે તેના વળ આખા કચ્છની લંબાઇએ પૂર્વપશ્ચિમ જાય છે અને ત્યાંથી પાછા દૂર ઉત્તરમાં કચ્છનાં રણના બેટોમાં દષ્ટિગોચર થાય છે.

પૂર્વ કાઠિયાવાડમાં ધ્રાંગધ્રા આગળ મળતાં જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો પણ આ કોટિનાં છે.

કચ્છનાં જ્યુરાસિક ખડકોને નીચે પ્રમાણે ચાર ભાગોમાં વહેંચી દેવામાં આવ્યાં છે. ડૉ. ઑલ્ડહેમે એમની વહેંચણી નીચે પ્રમાણે કરી છે :

ઉમીઆ (૩૦૦૦ ફૂટ)	દરિયાઇ રેતીપાષાણ અને માટીપાષાણ : સાઇકાડ, કૉનિફર અને ફર્ન (ગોંડવાનાયુગના) દરિયાઇ રેતીપાષાણ અને કૉંગ્લોમેરેટ.
કેટ્રોલ (૧૦૦૦ ફૂટ)	દરિયાઇ રેતીપાષાણ અને માટીપાષાણ : પેરીસ્ફીનક્ટીસ અને ઍાપેલાઆ લોખંડી તત્ત્વોવાળા લાલ અને પીળા રેતીપાષાણ : સ્ટેફેનોસીરાસ અને ઍસપીડોસીરાસ.

ચારી (૧૧૦૦ ફૂટ)

- ઘેસા ઊલાઇટ, ઊલાઇટ ચૂર્ણપાષાણ :
  પેલ્ટોસીરાસ, ઍસપીડોસીરાસ
- સફેદ ચૂર્ણપાષાણ :
  પેલ્ટોસીરાસ અને ઑપેલીઆ.
- લોખંડી તત્ત્વનાં કણવાળા (noduls) માટીપાષાણ:
  હારપોસીરાસ.
- "ગોલ્ડન ઊલાઇટ"વાળા માટીપાષાણ :
  મેક્રેસીફેલાઇટ્સ અને ઑપેલીઆ.

પચ્ચમ (૧૦૦૦ ફૂટ)

- ભૂરા ચૂર્ણપાષાણ :
  ઑપેલીઆ, કોરલ, બ્રેકિયોપોડ.
- પીળા રેતીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ:
  ટ્રાઇગોનીઆ, કોરબ્યુલા.

પચ્ચમ કોટિ : સૌથી એકદમ નીચેનાં પચ્ચમ કોટિનાં ખડકો કચ્છના રણમાં આવેલા પચ્ચમ બેટમાં મળે છે અને તે ઉપરાંત કચ્છમાં મળે છે. ઉત્તરમાં નજરે પડતાં આ ખડકો બીજા બેટોમાં પણ જણાયાં છે. એનાં પડો દક્ષિણમાં દરિયા તરફ જતાં ધીમો ઢોળાવ ધારણ કરે છે. આ કોટિનાં ખાસ કરીને મળતા પીળા રેતીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ એમોનાઇટ્સ અને લૅમેલીબ્રાંકના અવશેષો ધરાવે છે, જેવાં કે ટ્રાઇગોનીઆ, લીમા, કોરબ્યુલા, જરવીલિયા, એસ્ટાર્ટ-જીરા, વગેરે, વગેરે.

ચારીકોટિ : ભૂજ આગળના ચારીગામમાં નીકળતાં આ ખડકોને ચારી કોટિનું નામ આપવામાં આવ્યું છે. લાલ અને બદામી રંગના લોખંડી તત્ત્વોવાળા આ માટીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણમાં ખાસ કરીને, સીફાલોપોડસના અવશેષો મળે છે, જેવા કે હારપોસીરાસ, એસપીડોસીરાસ, ફાઇલોસીરાસ, ઑપેલીઆ, સ્ટ્રેફેનોસીરાસ, વગેરે.

એકદમ ઉપરની—છેક ઉપરની બાજૂએ-ઘોસા ઊલાઇટ નામનાં ચૂર્ણપાષાણ પડેલા છે; જ્યારે તળિયે "ગોલ્ડન ઊલાઇટ" નામના ચૂર્ણ-પાષાણ મળે છે. આ ચૂર્ણપાષાણમાંના ઊલાઇટ ગોળગોળ કણોરૂપે લોખંડી તત્ત્વોથી છવાયલા છે.

કેટ્રોલ કોટિ: ચોરીકોટિની ઉપર પડેલાં માટીપાષાણ અને રેતી-પાષાણ કેટ્રોલ કોટિને નામે ઓળખાય છે. ઉપરના ભાગમાં રેતીપાષાણ પ્રવર્તે છે. માટીપાષાણ લોખંડી તત્ત્વથી મોટા પ્રમાણમાં ભેદાયલા છે. ખાસ મળતા અવશેષોમાં હારપોસીરાસ, ફ્રાયલોસીરાસ, લાંઈરો સીરોસે, વગેરે, જોવામાં આવે છે.

ઉમિયા કોટિ: કેટ્રોલ કોટિની ઉપર કચ્છનાં જ્યુરાસિક ખડકો પડેલાં છે અને ઉમીઓકોટિના નામથી જાણીતાં છે. લગભગ ૩૦૦૦ ફૂટ જેટલાં જાડાં વળી ભિન્નભિન્ન રંગનાં રેતીપાષાણ અને રેતાળ માટીપાષાણનાં બન્યાં છે. ઉમિયાકોટિનો વિસ્તાર કચ્છમાં ઘણો બહોળો છે અને તેની ઉપર દક્ષિણ દ્વીપનાં લાવાનાં પડ પડેલાં છે. વિલિયમસોનિયા, ટીલોફાઇલમ, ગ્રેકીફાઇલમ, સાયકાડ, કોનિફર, એલમનાઇટ, ઉમીએઆઇટ, ટ્રાયગોનીઆ, વગેરેનાં અવશેષો આ ખડકો-માંથી મળે છે.

કાઠિયાવાડના ઇશાન ખૂણામાં નરમ સફેદ અને લોખંડી તત્ત્વની ભેળવાળાં ખડકો ઉમીઆશ્રેણિના સમકાલીન ગણાય છે. ધ્રાંગધ્રામાં મળતા આ રેતીપાષાણનું મકાનનાં બાંધકામ માટે ખોદકામ કરવામાં આવે છે.

રાજપૂતાનાના જ્યુરાસિકયુગના ખડકો:

જ્યુરાસિકયુગના સમુદ્રનાં પાણી કચ્છ પ્રદેશથી પણ આગળના વિસ્તારમાં વધારે પહોંચ્યાં હતાં. આજનો ઓળખાતો રાજપૂતાનાનો પ્રદેશ એ સમુદ્રનાં પાણી નીચે ઢંકાઈ ગયો હતો. આ સમુદ્રનાં પાણીમાં બંધાયેલાં ખડકોનાં નાનાંનાનાં ક્યાંક ક્યાંક થરના રણની

રેતીની બહાર દેખાય છે; જ્યારે ખુલ્લી નજરે ન પડે એવા એના ભાગો રેતીનાં પડ હેઠળ ઢંકાયેલા હોવા જોઇએ.

જેસલમેર અને બિકાનેરમાં મળતાં ખડકો આ યુગનાં જ છે. અને એમાં મળતા અવશેષોને લઇને એ ખાસ ઉપયોગી જણાયાં છે. એકદમ તળીએ મળતાં ખડકો "બામીરના રેતીપાષાણ" તરીકે ઓળખાય છે, જેમાં રેતીપાષાણ ઉપરાંત ગ્રીટ અને કૉંગ્લોમેરેટ જેવા ખડકો પણ મળે છે. એની ઉપર આવેલા અવશેષથી ભરપૂર ચૂર્ણપાષાણ અને ઘેરા રંગના રેતીપાષાણની કોટિને "જેસલમેર ચૂર્ણપાષાણ"નું નામ આપવામાં આવ્યું છે. ક્લેમિયા, કોરબ્યુલા, ન્યુકયુલા, પેકટેન, નૉટીલસ અને ઍમોનાઇટ્સ જેવા અવશેષો એમાં મળે છે. આ ખડકો ઉપર લાલ લોખંડી તત્ત્વથી બેદાયલા રેતીપાષાણ, માટીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ આ અનુક્રમે જ પડેલા છે.

દક્ષિણ રાજપૂતાનામાં મળતાં જ્યુરાસકયુગનાં આ ખડકોની ઉપર ઇયોસીનયુગના નમ્યુલિટિક શંખલારૂપી પડો બંધાયેલાં મળે છે.

ક્રિટેશીઅસ સીસ્ટીમ

આફ્રિકા અને ઑસ્ટ્રેલીઆનો સંગમ સાધતો ગૉંડવાનીલૅંડ આ યુગમાં પણ અસ્તિત્વ ધરાવતો હતો. તેને લઇને ઉત્તરમાં ટાઇથીઝ મહાસાગર અને દક્ષિણ અને પૂર્વના મહાસાગરો જુદા પડતા હતા. ટાઇથીઝ મહાસાગરનાં પાણી હિમાલય અને ટીબેટનાં ભૂતળ પર હજી પણ રહ્યાં હતાં અને એમનો એક ફાંટો સૉલ્ટરેન્જ, પશ્ચિમ સિંધ, બલુચિસ્તાન, કચ્છ અને ત્યાંથી પણ આગળ નર્મદાના તટમાં થઇ લગભગ મધ્ય હિંદુસ્તાન સુધી પહોંચ્યો હતો. એ જ પ્રમાણે દક્ષિણ મહાસાગરનો એક ફાંટાએ કોરોમાંડલ કાંઠાને બીજી ઉત્તરમાં આસામ અને સિંધુગંગાના કેટલાક ભાગને પાણી હેઠળ ઢાંકી દીધો હતો. પરંતુ ઉત્તર અને દક્ષિણ મહાસાગરના બન્ને

ફાંટાઓ એકેકની એકદમ આગળ આવી ગયા હોવા છતાં બન્નેનું ક્યાંય પણ જોડાણ થયું હોય એમ જણાતું નથી

આ કાળે હિંદુસ્તાનના વાયવ્ય ખૂણામાં આગ્નેય ઉપાધિઓને કારણે બહાર નીકળેલા લાવાએ હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પ ત્રિકોણાકાર પ્રદેશના મોટા ભાગને આચ્છાદિત કરી દીધો. દક્ષિણ રાજપૂતાનાં અને ધારવાડ વચ્ચેના હજારો ચોરસ માઇલના વિસ્તારવાળો પ્રદેશ આ લાવાનાં પડ હેઠળ ઢંકાઇ ગયો અને હિંદુસ્તાનના પશ્ચિમ કિનારાથી પૂર્વમાં લગભગ બંગાળા સુધી આ પ્રવાહી લાવાનાં વહેળો વહ્યાં હતાં.

નર્મદાના પટમાં મળતા ક્રિટેશિયશયુગનાં ખડકો :

નર્મદા નદીમાં મળતાં આ ખડકો ગ્વાલીઅર સંસ્થાનમાં બાગ આગળથી નીકળી પૂર્વપશ્ચિમ પથરાઇને વડોદરાથી પણ આગળ પશ્ચિમમાં કાઠિયાવાડમાં વઢવાણ સુધી પહોંચે છે અને ઉત્તર ગુજરાતમાં પંચમહાલ એજન્સીમાં ડક્કન ટ્રેપ્સ હેઠળ ઢંકાયેલા પડયા છે. ચર્ટ, અવશેષવાળા ચૂર્ણપાષાણ, રેતીપાષાણ અને શંખ જેવા ભિન્નભિન્ન ભાગોનાં ખડકોનો એમાં સમાવેશ થાય છે.

બાગ અને વડોદરાની વચ્ચે મળતાં ખડકો માટીવાળા ચૂર્ણપાષાણનાં પ્રકારનાં છે. વડોદરા આગળ વળી અવશેષવિનાના રેતીપાષાણ મળે છે, જે ઇમારતના બાંધકામ માટેનો પથ્થર પૂરો પાડે છે.

ઝાંખા પીળા કે લગભગ સફેદ રંગના આ રેતીપાષાણમાં પડતા લાલ પટાઓ એને વધારે શોભાયમાન બનાવે છે.

ડેક્કન ટ્રેપ્સ :

લેમેટા અને બાગનાં થરોનું બંધારણ થયા બાદ લગભગ ક્રિટેશીઅશયુગના અંતમાં હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પનું ભૂકવચ આંતર

ઉપાધિઓને આધીન થતાં તેમાં ઘણા મોટા ફેરફારો થયા, જેને લઈને દ્વીપકલ્પનો મોટો ભાગ ભૂગર્ભમાંથી નીકળેલા લાવાદ્રવ્યથી આચ્છાદિત થયો. કેટલાક બારીક નિરીક્ષણ પછી એમ માનવામાં આવે છે કે આટલું બધું લાવાદ્રવ્ય જ્વાળામુખીના મુખમાંથી નહિ નીકળતાં જમીનમાં પડેલા ચીરા કે ફાટદ્વારા બહાર આવ્યું હશે. આ બધા લાવાદ્રવ્યમાંથી કે એની સાથે નીકળેલા સર્વ કોઈ દ્રવ્યમાંથી ઉદ્ભવેલાં થરોને "ડેક્કન ટ્રેપ્સ"નું નામ આપવામાં આવ્યું છે. સ્વીડીશ ભાષાના 'ટ્રેપ' શબ્દમાંથી પગથીઆંનો અર્થ નીકળે છે અને આ નામ એટલા માટે જ આપવામાં આવ્યું છે. કારણ કે ડેક્કન ટ્રેપ્સનાં ખવાણક્રિયાઓથી ઉદ્ભવેલાં ડુંગરાડુંગરીઓ દૂરથી જોતાં ઊંચાંનીચાં પગથીઆંના આકારનું ચિત્ર આપણી સંમક્ષ ખડું કરે છે.

ડેક્કન ટ્રેપ્સનો આજનો વિસ્તાર લગભગ ૨૦૦૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો છે. આ તો આટલા લાંબાકાળ દરમિયાન એનો થયેલા ખવાણ બાદ આટલો વિસ્તાર આજે રહ્યો છે. પરંતુ ભૂતકાળમાં એની બંધારણ બાદ એનો વિસ્તાર ઓછામાં ઓછો ૫૦૦૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો હોય એમ કલ્પવામાં આવે છે. આ બધું લાવાદ્રવ્ય કચ્છ, કાઠિયાવાડ, ગુજરાત, ડેક્કન, મધ્ય હિંદુસ્તાન, મધ્ય પ્રાંત, હૈદ્રાબાદ, ઇત્યાદિ સ્થળો પર પથરાયેલું મળે છે.

મુંબઇના કાંઠા આગળ આ લાવાના પડની જાડાઇ વધીને ૧૦૦૦૦ ફુટ જેટલી થઇ છે; જ્યારે કચ્છમાં મળતાં લાવાનાં પડ ફક્ત ૨૫૦૦ ફૂટ જેટલાં જ જાડાં જણાયાં છે.

ડેક્કન ટ્રેપ્સને ત્રણ પેટા વિભાગમાં વહેંચી દઇ નીચે પ્રમાણે ક્રમવાર ગોઠવવામાં આવ્યા છે:

સુરત અને ભરૂચનાં નમ્મુલિટિક ખડકો; કચ્છનાં ઇઓસીન ખડકો, લૅટેરાઇટનાં પડો.

ઊપલાં ટ્રેપ્સ ૧૫૦૦ ફૂટ–મુંબઇ અને કાઠિયાવાડના ઊપલાં ટ્રેપ્સ; લાવાનાં પડો સાથે મળતા રાખનાં થરઃ મુંબઇમાં મળતાં અવશેષવાળાં ઇંટર ટ્રેપીઅન જલકૃત ખંડકો.

વચલા ટ્રેપ્સ ૪૦૦૦ ફૂટ–માળવા અને મધ્યહિંદુસ્તાનના વચલા ટ્રેપ્સ અવશેષવાળા ઇંટર ટ્રેપીઅન ખડકોનાં પડ એમાં કયાંયે જણાં નથી.

નીચલાં ટ્રેપ્સ ૫૦૦ ફૂટ–મધ્યપ્રાંતો, નર્મદા અને વરાડનાં નીચલા ટ્રેપ્સ; એમાં અવશેષવાળાં ઇંટર ટ્રેપીઅન ખડકો પુષ્કળ મળ્યાં છે.

–નાનો ક્રમભંગ

લૅમેટા અથવા ઈન્ફ્રાટ્રેપીઅન શ્રેણી; બાગનાં થર; જબલપુરનાં ખડકો અને બીજા જૂનાં ખડકો.

લૅમેટા અને બાગનાં થરો :

ડેક્કનશ્રેણિનાં ખડકોને ચાર જુદા ભાગોમાં વહેંચી દેવામાં આવ્યાં છે, જેમાંનાં સૌથી જૂના બાગનાં ક્રીટેશીઅસ થરોને નામે ઓળખાય છે; અને એ જ ક્રીટેશીઅસયુગનાં ખડકો પાછાં આપણને વરાડ, નાગપુર અને નર્મદાનદીનાં તટમાં જોવા મળે છે. ત્રીજાં વિભાગમાં મુંબઇ બેટમાં મળતા ઇન્ટરટ્રેપીઅન બેડ્સને મૂકવામાં આવ્યા છે અને ચોથો ભાગમાં ડેક્કનટ્રેપને નામે ઓળખાતા બાહ્ય આગ્નેય ખડકોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. પશ્ચિમ હિંદમાં અને તેમાં ગુજરાતમાં મળતા આ ખડકો મુંબઇ ઇલાકાનો ઘણો મોટો ભાગ રોકે છે અને મુંબઇ ઇલાકામાં મળતાં બધા યુગનાં ખડકોના સાથે મળી થતા વિસ્તાર જેટલો લગભગ એનો વિસ્તાર જણાયો છે. મુખ્યત્વે કરીને ડેક્કન શ્રેણિનો ઘણો ભાગ બૅસોલ્ટ નામનાં બાહ્ય આગ્નેય ખડકોનો બંધ્યો છે અને નર્મદાના તટમાં

આ આગ્નેય ખડકોની નીચે આવી રહેલાં જલકૃત ખડકોનાં થર જણાયાં છે, જે બાગ, છોટા ઉદેપુર અને રાજપીપળાના ક્રીટેશિયશ-યુગનાં ખડકો તરીકે જાણીતાં થયાં છે. વળી, ભૂસ્તરક્રમની દૃષ્ટિએ પણ એ ઉપયોગી જણાયાં છે.

પૂર્વ દિશામાં આગળ વધતાં કેટલેક ઠેકાણે આ આગ્નેય ખડકો (બૅસાલ્ટ) ની નીચે કાંકરાળો ચૂર્ણપાષાણ મળે છે, જે કેટલીક રેતીપાષાણ કે કૉંગ્લોમરેટમાં ભળી જાય છે. વળી પાછો એ નર્મદા નદીના તટમાં અને નાગપુરની આસપાસના વિસ્તારોમાં પણ દેખા દે છે. આ ચૂર્ણપાષાણ જેવાં ખડકોને મિ. મેડલીકોટે લૅમેટા ઘાટમાં લૅમેટાના થરનું નામ આપ્યું હતું, જે બાગમાં મળતા ચૂર્ણપાષાણ ને રેતીપાષાણ સાથે સમકાલીન હોય એ સંભવિત છે. જ્યાંજ્યાં આ ઇન્ફ્રાટ્રૅપીયન (બાગ અને લૅમેટાનાં થર) ખડકો જણાયાં છે તેની ઉપર હંમેશાં ટ્રૅપ (બૅસાલ્ટ) ખડકો પણ પડેલાં મળે છે જ.

જલકૃત ખડકોના વિષયમાં સામાન્ય રીતે બને છે તેમ લૅમેટાનાં જલકૃત ખડકોનાં થરો પણ સમુદ્રના જળમાં નહિ બંધાતાં કોઇ મોટાં તળાવના તળ ઉપર બંધાયાં હોવાં જોઇએ; કારણ કે એમાં મળતા વનસ્પતિકુલપ્રાણીકુલઅવશેષો મીઠા પાણીમાં જીવનારા જીવોના જ છે. ઉદાહરણાર્થ, પેટે ચાલનાર પ્રાણીઓનાં હાડકાં, મીઠા જળનાં કવચ, અને કેટલીક જમીન પરની વનસ્પતિઓ. આવાં મોટાં તળાવો પણ કેમ અને ક્યારે અસ્તિત્વમાં આવ્યાં તે વિષે પણ એવી માન્યતા બંધાઇ છે કે ક્રીટેશીયશ યુગમાં જે પહેલો લાવા ભૂગર્ભમાંથી બહાર આવ્યો તેણે વહેતી નદીઓના પ્રવાહોને રુંધી દઇ તેમને તળાવમાં ફેરવી નાંખ્યા અને તેની અંદર આસપાસના વિસ્તારનો કાંપ, જીવશેષ વગેરે ધસડાઇ આવી તેમાંથી લૅમેટાનાં જલકૃત ખડકોનો જન્મ થયો હોવો જોઈએ. આ દૃષ્ટિએ જોતાં જો કે બાગનાં થર જલકૃત ખડકોનાં થર લૅમેટાનાં થરથી જુદા પડતા દેખાય છે, છતાં લૅમેટા અને બાગનાં-

ઊપલાં થરના ખનિજસમુદાય સાથે ઘણું જ સામ્ય બતાવે છે, અને બાગ અને લૅમેટા એ બંને જગાના ખડકોનાં થર એની ઉપર આવી રહેલા ટ્રૅપનાં ખડકો સાથે પણ બરાબર ક્રમવારી બતાવે છે.

બાગનાં થર ચૂર્ણપાષાણ અથવા ચૂર્ણવાળા માટીપાષાણ, અને રેતીપાષાણ ખડકોના બન્યા છે અને એમની ક્રમવારીમાં ચૂર્ણ-પાષાણ રેતીપાષાણ પર જ હંમેશાં પડેલા મળે છે. ખુદ બાગના વિસ્તારમાં જ લગભગ ૨૦ થી ૩૯ ફૂટની જાડાઈનો ચૂર્ણપાષાણ ૮૦ થી ૧૦૦ ફૂટની જાડાઈવાળા રેતીપાષાણ પર પડ્યો છે. આ રેતીપાષાણ કેટલેક ઠેકાણે કૉંગ્લોમરેટનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે, તો ક્યાંક એ માટીપાષાણ જેવો દેખાય છે. પશ્ચિમમાં અલિરાજપુર અને છોટાઉદેપુર આગળ ક્રિટેશિયસયુગનાં ખડકોમાં રેતીપાષાણ અને કૉંગ્લોમરેટનાં થર ઉપર કાંકરાળા ચૂર્ણપાષાણ અને ચૂનાવાળા માટી-પાષાણ વિસ્તરે છે. રાજપીપલાના ડુંગરોના ઉત્તર ભાગમાં દુમખાલ આગળની દેવાની ખિણમાં લગભગ ૫૦૦ ફૂટ જાડા આ જ ચૂનાવાળા માટીપાષાણ એના કરતાં વધારે જાડા થરના રેતીપાષાણ પર પડેલા દેખાય છે, અને લૅમેટાનાં ખડકોની માફક એનાં પણ ઊપલાં ખડકોમાં ચર્ટના સ્ફટિક મળે છે.

ઉપર જણાવેલા ડેક્કન ટ્રૅપ નામનાં બાહ્ય આગ્નેય ખડકો (બૅસૉલ્ટ) જે ક્રીટેશીઅસયુગમાં નીકળેલા લાવાદ્રવ્યમાંથી બન્યાં છે તે આ બાગખડકોનાં થર પર ક્રમવાર પડેલાં મળે છે, પણ એમાં યે ક્યાંક ક્યાંક એ બન્ને વચ્ચે ત્રુટીઓ તો દેખાય છે ખરી, અને એ બતાવી આપે છે કે ટ્રૅપનાં ખડકોની નીચે ઢંકાઈ જવા પહેલાં બાગનાં ખડકોનાં થર ઘણા લાંબા કાળ સુધી વાતાવરણમાં ખુલ્લાં રહી ખવણક્રિયાઓથી ખવાયલાં હોવાં જોઈએ. આ સંભવને સમર્થિત કરતાં દૃષ્ટાંત પણ જોવા મળે છે. વળી, આ ખવાયેલી સપાટીનાં દૃષ્ટાંતો પરથી એ પણ નક્કી કરી શકાય છે કે બાગનાં જલકૃત ખડકોનાં થર લાવાથી ઢંકાયા પહેલાં પાણીમાંથી

બહાર જમીનરૂપે લાંબા કાળ સુધી રહ્યાં હોવાં જોઇએ, અને જે જ્વાલામુખી ફાટયા હશે તે સમુદ્રમાં પાણીની નીચે નહિ, પણ જમીન ઉપર જ બાગ અને એની પશ્ચિમમાં મળતા અવશેષો-જેવા કે એકીનોડર્મસ, ઑસ્ટ્રીઆ, શાર્કના દાંત, પેકટેન, હેમીએસ્ટર, વગેરે ડૉ માર્ટિન ડનકનના મત પ્રમાણે નિઃસંશય ક્રીટેશિયસયુગના હોવાનું મનાય છે. અને તે ઉપરથી બાગનાં ખડકોના થરનો યુગ પણ ક્રીટેશિયશ યુગ નક્કી કરવામાં આવ્યો છે. પશ્ચિમે રેવાકાંઠા એજન્સીમાં કવાત નામના ગામ આગળ, અને નર્મદાની દક્ષિણે રાજપીપળામાં દેવાની ખીણમાં આ ક્રીટેશિયશ યુગનાં ખડકો ટ્રેપ ભેગાં મળે છે, જ્યારે ટ્રેપના છેડા પરના છેડા પર વડોદરારાજ્યથી થોડાક માઇલ દૂર નૈઋત્ય ખૂણામાં નાસણા, તલકવાડા અને ગઢેશ્વરગામ આગળ આ ખડકોનાં થરનો લગભગ ૧૪ માઇલ ઉત્તર-દક્ષિણ લાંબો અને ૧૦ માઇલ પહોળો એવો મોટો પટ વિસ્તરે છે.

ડક્કન ટ્રેપ્સ (બૅસૉલ્ટ) નાં થર: પશ્ચિમ હિંદમાં જે જે ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓએ કામ કર્યું છે એ બધાનું ધ્યાન આ આગ્નેય ખડકો તરફ ખેંચાયું છે, કારણ કે એમની જાડાઇ, એમનો દેખાવ, અને એમનો વિસ્તાર સંજોગવશાત એટલો બધો છે કે સાધારણ રીતે અને સહેલાઇથી એની ઉત્પત્તિ સમજાવી શકાય તેવી નથી

એનું બધારણ તપાસતાં માલૂમ પડયું છે કે મોટે ભાગે આ ખડકો બૅસેલ્ટ, એનેમેસાઇટ, ડોલેરાઇટ નામનાં આગ્નેય ખડકોનાં બન્યાં છે, જેની અંદર ઑગાઇટ સ્ફટિક વિશેષ પ્રમાણમાં નજરે પડે છે વળી આ ખડકો (બૅસૉલ્ટ ઇ) નું ઘનપોત કેટલેક ઠેકાણે ઘણું ઝીણું અને બિલકુલ ઘન જણાયું છે. તો વળી કોઇક એ છિદ્રો છિદ્રોવાળા લાવાનું સ્વરૂપ ધારણ કરે છે કેટલાંક મોટાં છિદ્રોમાં એપોફીલાઇટ, સ્ટીલબાઇટ, હ્યુલેનડાઇટ, સ્કોલેશાઇટ, અને સેમેનાઇટ, શમેઝાઇટ, અને થેમસોનાઇટ નામના ઝીઓલાઇટસમૂહના

સ્ફટિકો બંધાયલા મળે છે. તે ઉપરાંત ક્વોર્ટ્ઝ, ઍગેટ, વગેરે સ્ફટિક પણ સાધારણ રીતે ઘણે ઠેકાણે દેખાય છે, કેટલાંક સખ્ત દેખાતાં ઘનપોતવાળી ખડકોમાં મોટા મોટા ફેલ્સપારના સ્ફટિક ઘણું જ ધ્યાન ખેંચે છે.

ફેલ્સપારથી ભરેલાં ટ્રેપીટીકસમૂહનાં ખડકો છલાકાની દક્ષિણમાં. ખાસ કરીને મુંબઈ અને સાલસેટ બેટમાં અને ઉત્તરમાં ગુજરાતમાં વડોદરાની પૂર્વમાં પાવાગઢના ડુંગરમાં મળે છે.

જે લાવાદ્રવ્યમાંથી આ ખડકો બંધાયાં છે એ લાવાએ એક સામટો એકી વખતે બહાર નહિ આવતાં જુદેજુદે વખતે દ્વીપકલ્પ (ગુજરાત) ના ભૂતળ પર દેખાવ દીધો હતો અને તેથી આજે આપણને એક ઉપર એક એમ જુદાંજુદાં થર બંધાયાં હોય એવો ભાસ આપે છે. આ દેખાતા લાવાના થરની જાડાઈ ૬ ફૂટથી માંડીને કેટલેક ઠેકાણે ૨૦૦ ફૂટ જેટલાં જાડાં થર મળ્યાં છે. થલ અને બોર ઘાટ આગળના લાવાથર અનુક્રમે ૮૭ ફૂટ અને ૬૪ ફૂટ જેટલી જાડાઇનાં જણાયાં છે.

જે બીજી એક વિશિષ્ટતા આપણું ખાસ ધ્યાન ખેંચી રહે છે તે એનો લાંબો પહોળો સમદર્શી પટ છે; જો કે રાજપીપલા, નર્મદાની ઉત્તરમાંના ડુંગરાઓ, ખાનદેશની ઉત્તરમાં સાતપુડાના કેટલાક ભાગો અને પશ્ચિમ કિનારા પર દમણ આગળના વિસ્તારમાં એ લાવાનાં થરોએ ઝોક લીધો હોય એમ ચોખ્ખું દેખાય છે. આ ઝોક અથવા ઢોળાવ આ ખડકોના બંધારણ વખતે નહિ પણ બંધાયા પછી ઘણા લાંબા કાળે એમાં આવ્યો હોવો જોઇએ અને તેમ માનવાને ખાસ અગત્યનું અને ઘણું સબળ કારણ એ મળ્યું છે કે એની ઉપર નીચેનાં જલકૃત ખડકોએ પણ એ જ પ્રમાણે ઝોક આપ્યો છે.

આ બધું છતાં આ આગ્નેય ખડકો જ્વાળામુખીના કાર્યરૂપ

-છે એ તો નિર્વિવાદ છે. મુંબઈ બેટમાં સાયન, પાલશીચી ફ્લેગ-સ્ટાફ અને રાઇની ટેકરીઓમાં, અને સાલસેટ બેટમાં જોગેશ્વરી આગળ કેનેરીની ગુફાઓમાં મળતા લાવા સાથે હંમેશાં નીકળતાં રાખ જેવાં માટીદ્રવ્ય (બ્રેશિયા અને એશબેડ્સ) ના લાવાનાં થરોની વચ્ચે વચ્ચે મળતાં પડો એની સાક્ષી પૂરે છે. લાલ માટી જેવું જે દ્રવ્ય ઘણી વખત લાવાના થરોની વચ્ચે બંધાયેલું જડે છે એ પણ એક વખતે જ્વાળામુખીમાંથી નીકળેલું ભસ્મદ્રવ્ય જ હોવું જોઇએ; કારણ કે એની અંદર જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા ગોળ, લંબગોળ વગેરે આકારના પથ્થરો મળે છે. કેટલીક વખત સપાટી પર વહેતા જળને કારણે એમણે જલકૃત ખડકોના જેવું રૂપ ધારણ કરેલું હોય એમ દેખાય છે.

આ પ્રમાણે આ ખડકો જ્વાળામુખીદ્વારા નીકળતાં લાવાના પરિણામરૂપે છે એ ઘટનાને હવે સત્ય હકીકત તરીકે ગણવામાં આવે છે; છતાં લાંબા વિસ્તારમાં દેખાતી એની સમદર્શિતા અને એનાં નિયમિત સમદર્શી થરો એના જ્વાલામુખીકારણભૂત માન્યતાને પુષ્ટિ આપતાં નથી. અર્વાચીન કાળમાં મળતા જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા લાવા એના મુખ આગળ ત્રિકોણાકારમાં એકઠા થતા જણાય છે. આવું તો કાંઇ આપણને અહીં મળતું નથી વળી, ઘણા લાંબા વિસ્તારમાં ક્યાંય પણ જ્વાલામુખીનું કોઈ મુખ શુદ્ધાં જણાતું નથી અને જે મળે છે તે ઘણાં જ જૂજ અને નહિ જેવાં છે. ઉદેપુરની નૈઋત્યમાં નર્મદાનદીના તટ આગળ મેટાપીનાથના ડુંગરામાં જ્વાલામુખીનું મુખ આપણને જોવા મળે છે, જે ટ્રેકાઇટ નામના ખડકનું બન્યું છે. રાજપીપલાનાં ખડકોમાં પણ આવી ડાઇક્સ મળે છે છતાં જ્વાળામુખનું વધારે સુંદર દૃષ્ટાંત તો કચ્છના જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકોમાં ને ભૂજની પશ્ચિમે આવેલા દીનોદર નામના જ્વાલામુખીમાં જોવા મળે છે. મુંબઇ અને સાલસેટ બેટમાં અને એમની પૂર્વના ભાગમાં ઘણે ઠેકાણે ઘણી ડાઇક્સ નજરે પડે છે.

તેમ જ એ એરોમાં મળતા ઍશિઆ અને ભસ્મદ્રવ્યનાં થરો પણ એની આસપાસના વિસ્તારમાં જ્વાલામુખીનું મુખ હોવાનું સૂચન કરે છે.

આ આગ્નેય ખડકોનાં થર પ્રવાહીરૂપે ભૂગર્ભમાંથી બહાર આવેલા લાવાના જ બન્યાં છે એ નક્કી; પણ એની સાથે સાથે મળતું લગભગ ભેખડ કે માટી જેવું લાવાદ્રવ્ય ખરું લાવાદ્રવ્ય નહીં પણ જ્વાળામુખમાંથી નીકળતો દવ સરખો પદાર્થ જ હોય એ વધારે સંભવિત છે.

ઘણા મોટા વિસ્તાર સુધી મળતા સમદર્શી લાવાનાં થર અને ત્રિકોણાકાર રાખ અને ઍશીઆનાં અને લાવાનાં થરોના અભાવની ઘટનાનું નિરાકરણ કરતાં કેટલાક ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ એવું માને છે કે એ બધું લાવાદ્રવ્ય સમુદ્રનાં પાણી હેઠળથી બહાર આવ્યું હશે, એટલે એ સામુદ્રિક જ્વાલામુખીઓ સમુદ્રમાં ફાટયા હોવા જોઈએ; અને તેમ થયું હોય તો જ આ લાવા આટલા બધા મોટા વિસ્તારમાં સમદર્શીપણું જાળવી રહે. અને તેનું કારણ એ કે ઉપરના પાણીના દબાણની નીચે પ્રવાહી લાવા પોતાના પ્રવાહી રૂપમાં લાંબા કાળ સુધી રહી શકે અને પ્રવાહી રૂપમાં જ મોટા વિસ્તારમાં વિસ્તરી શકે. વળી, એ લાવાની સપાટી પર જણાતાં અસંખ્ય છિદ્રો પણ પાણીના કારણે જ સંભવિત બની શકે અને રાખ અને ઍશીઆ વગેરે ત્રિકોણાકારમાં જમા નહિ થતાં સમુદ્રની સપાટી પર પથરાઇ જાય છે.

પણ આ માન્યતાની વિરુદ્ધ પક્ષમાં પણ ઘણું બોલાયું અને લખાયું છે, અને તેનાં પ્રમાણભૂત કારણો પણ મળ્યાં છે. પ્રવાહી લાવા જમીનની સપાટી પર જ ફાટયા હશે એ માન્યતાને પુષ્ટિ આપતાં દૃષ્ટાંતો રાજમહેંદ્રીના લાવાનાં થરોમાં મળે છે. એની સાથે ભળેલા થોડા અવશેષો મળે છે, વળી છાછરાં પાણીમાં સમુદ્રકિનારાની ઘણી જ નજીક કે જમીનની અંદર આવતા ખાડીના પાણીમાં જીવનારા જીવોના અવશેષો છે, આ પણ એ જ બતાવે છે

કે એ લાવા બહુ બહુ તો છાછરા પાણીમાં અથવા જમીન પર જ ભૂગર્ભમાંથી નીકળ્યો હશે. વળી, રેવાકાંઠે એજન્સીમા દેવાડમાં અને મુંબઇ વગેરે જગાએ મળતા મીઠાં પાણીનાં જળકૃત ખડકોના આધારે પણ કહી શકાય કે એની આસપાસ પથરાયેલા લાવા જમીનની સપાટી પર જ આવ્યા હશે. પરંતુ સૌથી મજબૂત પુરાવો તો જે જમીન ઉપર એ લાવાએ પહેલવહેલું દર્શન દીધું હતું એ જમીનમાં જ મળે છે. એકદમ છેક તળીઆના લાવાનાં થર જે જમીન પર પડયાં છે તે જમીનની સપાટી એટલી બધી ખાડાટેકરાવાળી છે કે એવી રચના જમીનના વાયુ, વરસાદ, ઉષ્ણમાન વગેરે ક્રિયાઓના ખવાણના કારણે જ ઉપસ્થિત થઇ શકે. કેટલેક ઠેકાણે તો લગભગ હજાર હજાર (૧૦૦૦) ફૂટ જેટલી ઊંડી ખીણો ખણાયેલી જોવામાં આવે છે, જે કદી પણ સમુદ્રજળની ક્રિયાદ્વારા કાર્યથી બની શકે એમ નથી, ખરું કારણ જોતાં એ તો જમીનને સમતલ પ્રદેશ જ બનાવી દે છે. વળી ચર્ચા કે દલીલ ખાતર માની પણ લઇએ કે એટલો જમીનપ્રદેશ વાયુ, વરસાદ, વગેરેથી ખવાઇને સમુદ્રનાં જળ હેઠળ ચાલ્યો ગયો હોય અને પછી લાવા બહાર આવ્યો હોય પણ જો તેમ થયું હોય તો પછી ક્યાંક પણ આપણને લાવાનાં થરની નીચે સમદર્શી જળકૃત (સામુદ્રિક) ખડકોનાં પડ મળવાં જોઇએ. પણ એ વસ્તુસ્થિતિ તો ક્યાંય પણ મળતી નથી. છેક તળીઆના લાવાનાં થર નીચે મળતા લૅમેટાના જળકૃત ખડકોનું બંધારણ મીઠા તળાવના પાણીમાં થયું હોવાનું પુરવાર થયું છે, અને બાગનાં જળકૃત ખડકો જે સમુદ્રના પાણીમાં બંધાયેલાં છે તેની સપાટી વાયુ, વરસાદ, વગેરે ક્રિયાઓની ખવાણથી ખવાયેલી હોવાથી ઘણી જ ખાડા ટેકરાવાળી છે. આ વસ્તુસ્થિતિ ઇલાકાના ઘણા ભાગોમાં જોવામાં આવે છે, અને તેથી હવે એવી માન્યતા રૂઢ થઇ છે કે ડેક્કન ટ્રૅપને નામે ઓળખાતાં બધાં થરનું લાવાદ્રવ્ય સમુદ્રમાં નહિ પણ જમીનની સપાટી પર જ ફાટેલા જ્વાળામુખીમાંથી બહાર આવ્યું હતું.

લાવાનાં થરોની જાડાઇ એકંદરે લગભગ ૫૦૦૦ થી ૭૦૦૦ ફૂટ જેટલી કલ્પવામાં આવે છે અને એ બધા લાવાના જમા થવાને પણ ઘણો લાંબો કાળ થયો હોવો જોઇએ; કારણકે લાવાનાં થરોની વચ્ચે મળતાં ઇન્ટરટ્રેપીઅન જળકૃત ખડકો અને તેમાં મળતા અવશેષો બે લાવાનાં થરની વચ્ચેના અન્તરગાળાનું સૂચન કરે છે. એ અન્તરગાળામાં લાવા બહાર આવતો અટકી ગયો હોવો જોઇએ. મધ્ય ક્રાટેશિયસયુગનાં બાગનાં જલકૃત ખડકોનાં થર લાવાના આરમ્ભકાળનું સૂચન કરે છે; જ્યારે સુરત આગળ મળતા ઇઓસીનયુગના નમ્મુલિટિક ખડકો એનો અંતકાળ દાખવે છે. કચ્છમાં પણ ડેક્કન ટ્રેપની ઉપર નમ્મુલિટિક થર પડેલાં મળે છે અને એ બેની વચ્ચે લાલ લોખંડી તત્ત્વવાળું માટીનું પડ હોય છે.

નર્મદાનદીથી શરૂ થતો ટ્રેપ દક્ષિણમાં ઠેઠ ગોઆ, બેલગામ સુધી પહોંચે છે અને નર્મદાનદીની ઉત્તરમાં રેવાકાંઠાની એજન્સીમાંના થોડા ભાગમાં દેખાવ દઇ છોટાઉદેપુરની દક્ષિણમાં અદશ્ય થાય છે. તે પછી ટ્રેપનો બનેલો પાવાગઢનો ડુંગર એકલો ઊભો છે, અને ત્યાંથી વળી દેવાડની આસપાસ ટ્રેપ ફરી પાછો દેખાય છે. એક લાંબો ટ્રેપનો પટો કાઠિઆવાડને અને બીજો પાંચદસ માઇલનો પહોળો પટ કચ્છના મોટા વિસ્તારને રોકી દે છે.

ઇંટરટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો : આ શ્રેણિમાં ખાસ કરીને મળતાં જુદીજુદી જાતનાં ખડકોમાં ચૂર્ણપાષાણ, ચૂનાવાળા માટીપાષાણ, ચર્ટ અને રેતીપાષાણ છે; તેમાંથી મીઠા પાણીના જીવો અને વનસ્પતિના અવશેષો ફાઇઝા, લીમનિયા, પાલુડીના, મેલાનીઆ, ઉનીયો વગેરે જેવા મળ્યા છે. લાવાને તળીએથી લગભગ ૩૦૦ થી ૪૦૦ ફૂટની ઊંચાઇએ એ જોવામાં આવે છે. ઘણુ કે બહુ તો ચાર માઇલના ટૂંક વિસ્તારમાં પથરાના આ થરોની જાડાઇ ભાગ્યે જ ૨ કે ૩ ફૂટથી વધારે જણાઇ હોય. આ ઇંટરટ્રેપીઅન જલકૃત ખડકો લાવાનાં

ચર પર જ બંધાયાં હશે અને તેમી ઉપર બીજા લાવાનાં થરોએ આક્રમણ કર્યું હશે એ સત્ય નિર્વિવાદ છે; કારણકે એ જલકૃત ખડકોની સપાટીનાં પડમાં ફેરફારો થાય છે અને સખ્ત બને છે; જ્યારે એના તળીઆનું પડ તેની તે અવસ્થામાં પૂર્વવત્ રહે છે. આ કહેવાતા ઇંટરટ્રેપીઅન "ફ્રાઇઝા બેડ્સ" ગુજરાતમાં રેવાકાંઠા એજન્સીમાં દેવાદ (દાહોદ) આગળ અને બીજે કચ્છમાં મળે છે. મુંબઈ બેટમાં મળતાં ઇંટરટ્રેપીઅન ખડકો છેક ઉપર ટ્રેપની સાથે સંબંધમાં છે. એનાં ખડકો માટીપાષાણ મીઠા પાણીમાં બંધાયેલાં ખડકો છે એમ એની અંદર મળતા દેડકાના અવશેષો પરથી નિર્વિવાદ સિદ્ધ થાય છે. મુંબઇ બેટમાં વરલીની ટેકરીમાં આ અવશેષો મળે છે. બીજા મળેલા અવશેષોમાં જંતુઓ અને જમીનની વનસ્પતિના અવશેષો પણ છે. મુંબઈ પાસેના સાલસેટ બેટોમાં પણ આવી જાતનાં ખડકો મળ્યાં છે. આ ઇંટરટ્રેપિયન મીઠા પાણીનાં જલકૃત ખડકોની ઉત્પત્તિનાં કારણો વિષે કહેવામાં આવે છે કે વાયુ વરસાદથી ખવાઇને બનેલી લાવા ખાડા, ટેકરા અને નદીનાળાની, બધા સપાટી પર જે વખતે નવો લાવાપ્રવાહ નીકળ્યો હશે તેણે પાણીના પ્રવાહોને રુંધીને તળાવોને જન્મ આપ્યો હશે. આ તળાવોની અંદર કાળક્રમે જલકૃત ખડકોનું બંધારણ થયું હશે એમ મનાય છે. મુંબઇ બેટમાં મલબાર અને વરલીની ટેકરીઓમાં આ ખડકો ઘણી સારી રીતે જોઈ શકાય છે.

ટર્શીઅરી ઘટના

યુરોપના ટર્શીઅરી યુગનાં ખડકો તપાસતાં એક ખાસ વિશિષ્ટતા જણાઇ છે તે એ કે એ યુગમાં મળતા પ્રાણીઓના અવશેષો ક્રીટેશીઅશ્વયુગના પ્રાણીના અવશેષો કરતાં ઘણી જ જુદી જાતના અને અતિ ઉત્ક્રાન્ત પામેલા છે. ક્રીટેશીઅશ્વયુગનાં પ્રાણીઓનું આ યુગમાં બિલકુલ અસ્તિત્વ જણાતું નથી, અને સંભવિત છે કે એ

પ્રાણીઓનો વચગાળામાં જ સદંતર નાશ થઇ ગયો હોય. આ યુગમાં સ્તનવાળાં પ્રાણીઓનો વિકાસ બીજા કોઇ પણ પ્રાણી ઉપર સર્વોપરિ જણાય છે.

આ કાળનો હિંદુસ્તાનના જીવનવિકાસનો ઇતિહાસ પણ આની જ સહાદતો પૂરી પાડે છે. તે ઉપરાંત હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પના અને ડુંગરાળ પ્રદેશોના ભૂકવચમાં થયેલા ફેરફારો પણ નોંધવા જેવા છે. હિંદુસ્તાનના ભૂકવચનું જે સ્વરૂપ આજે છે તે આ કાળે અસ્તિત્વમાં આવ્યું હતું. આ યુગમાં બે મહત્ત્વના બનાવો બન્યા, જેને લીધે હિંદુસ્તાનના ભૂકવચનું સ્વરૂપ બદલાયું: (૧) અમેરિકા, આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન, ઑસ્ટ્રેલીઆ ખંડોને જોડનો ગૌંડવાનાલૅંડ તૂટતાં એ જમીનના કેટલાક ભાગો સમુદ્રનાં પાણી નીચે અદૃશ્ય થયા. એમ કહેવાય છે કે ગૌંડવાનાલૅંડની તૂટવાની ક્રિયા એક સામટી નહીં થતાં ત્રણ જુદેજુદે કાળે થઇ હશે. પહેલાં ઑસ્ટ્રેલીઆ અને મલાયાના દ્વીપસમૂહ છૂટા પડયા ત્યારપછી દક્ષિણ આફ્રિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા વિખૂટા થયા; અને અંતમાં હિંદુસ્તાન અને માડાગાસ્કરનું જોડાણ સાધતા લેમુરીઆ પ્રદેશ નીચે બેસી જવાથી અરબીસમુદ્ર અસ્તિત્વમાં આવ્યો; (૨) વળી ઉપર જણાવેલા ટાઇથીઝ સમુદ્રનું તળ ઉપર આવવાથી હિમાલયપર્વતોનો જન્મ થયો.

ગુજરાતમાં ટર્શીઅરીયુગનાં ખડકો ખાસ કરીને સુરતમાં બોધાન આગળ અને ભરૂચમાં રતનપુર આગળ મળી આવ્યાં છે. ઉત્તર ગુજરાતનો મોટો ભાગ ટર્શીઅરીયુગ બાદ બંધાયેલા માટી-દ્રવ્ય કે "કાળી જમીન" હેઠળ ઢંકાયેલો છે. સંભવિત છે કે સુરત અને અમદાવાદ વચ્ચેનો ફળદ્રૂપ પ્રદેશ કાંતો ઉપનદીઓના કાંપથી ને કાંતો સમુદ્રમાં ધસડાઇ આવતા કાંપનો બન્યો હોય. અને એ જ કાંપથી પ્લીએસટોસીનયુગમાં ધસી આવેલા ખંભાતના અખાત અને કચ્છના રણને જોડતાં સમુદ્રના ફાંટાનું પૂરાણ થયું હોય. કાઠિયાવાડના દ્વીપકલ્પ અને અમદાવાદ વચ્ચેના નીચાણવાળા પ્રદેશમાં

ચર પર જ બંધાયાં હશે અને તેની ઉપર બીજા લાવાનાં થરોએ આક્રમણ કર્યું હશે એ સત્ય નિર્વિવાદ છે; કારણકે એ જલકૃત ખડકોની સપાટીનાં પડમાં ફેરફારો થાય છે અને સખ્ત બને છે; જ્યારે એના તળીઆનું પડ તેની તે-અવસ્થામાં પૂર્વવત્ રહે છે. આ કહે-વાતા ઇંટરટ્રેપીઅન "ફ્રાઇઝા બેડ્સ" ગુજરાતમાં રેવાકાંઠા એજન્સીમાં દેવાદ (દાહોદ) આગળ અને બીજે કચ્છમાં મળે છે. મુંબઈ બેટમાં મળતાં ઇંટરટ્રેપીઅન ખડકો છેક ઉપર ટ્રેપની સાથે સંબંધમાં છે. એનાં ખડકો માટીપાષાણ મીઠા પાણીમાં બંધાયેલાં ખડકો છે એમ એની અંદર મળતા દેડકાના અવશેષો પરથી નિર્વિવાદ સિદ્ધ થાય છે. મુંબઇ બેટમાં વરલીની ટેકરીમાં આ અવશેષો મળે છે. બીજા મળેલા અવશેષોમાં જંતુઓ અને જમીનની વનસ્પતિના અવશેષો પણ છે. મુંબઈ પાસેના સાલસેટ બેટમાં પણ આવી જાતનાં ખડકો મળ્યાં છે. આ ઇંટરટ્રેપિયન મીઠા પાણીનાં જલકૃત ખડકોની ઉત્પત્તિનાં કારણો વિષે કહેવામાં આવે છે કે વાયુ વરસાદથી ખવાઇને બનેલી લાવા ખાડા, રેકરા અને નદીનાળાની, બધા સપાટી પર જે વખતે નવો લાવાપ્રવાહ નીકળ્યો હશે તેણે પાણીના પ્રવાહોને રુંધીને તળાવોને જન્મ આપ્યો હશે. આ તળાવોની અંદર કાળક્રમે જલકૃત ખડકોનું બંધારણ થયું હશે એમ મનાય છે. મુંબઈ બેટમાં મલબાર અને વરલીની ટેકરીઓમાં આ ખડકો ઘણી સારી રીતે જોઈ શકાય છે.

ટર્શીઅરી ઘટના

યુરોપના ટર્શીઅરી યુગનાં ખડકો તપાસતાં એક ખાસ વિશિષ્ટતા જણાઇ છે તે એ કે એ યુગમાં મળતા પ્રાણીઓના અવશેષો ક્રીટેશી-અશ્યુગના પ્રાણીના અવશેષો કરતાં ઘણી જ જુદી જાતના અને અતિ ઉત્ક્રાન્ત પામેલા છે. ક્રીટેશીઅશ્યુગનાં પ્રાણીઓનું આ યુગમાં બિલકુલ અસ્તિત્વ જણાતું નથી, અને સંભવિત છે કે એ

પ્રાણીઓનો વચગાળામાં જ સદંતર નાશ થઇ ગયો હોય. આ યુગમાં સ્તનવાળાં પ્રાણીઓનો વિકાસ બીજાં કોઇ પણ પ્રાણી ઉપર સર્વોપરિ જણાય છે.

આ કાળનો હિંદુસ્તાનના જીવનવિકાસનો ઇતિહાસ પણ આની જ સહાદતો પૂરી પાડે છે. તે ઉપરાંત હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પના અને ડુંગરાળ પ્રદેશોના ભૂકવચમાં થયેલા ફેરફારો પણ નોંધવા જેવા છે. હિંદુસ્તાનના ભૂકવચનું જે સ્વરૂપ આજે છે તે આ કાળે અસ્તિત્વમાં આવ્યું હતું. આ યુગમાં બે મહત્ત્વના બનાવો બન્યા, જેને લીધે હિંદુસ્તાનના ભૂકવચનું સ્વરૂપ બદલાયું: (૧) અમેરિકા, આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન, ઑસ્ટ્રેલીઆ ખંડોને જોડનો ગૉંડવાનાલૅંડ તૂટતાં એ જમીનના કેટલાક ભાગો સમુદ્રનાં પાણી નીચે અદશ્ય થયા. એમ કહેવાય છે કે ગૉંડવાનાલૅંડની તૂટવાની ક્રિયા એક સામટી નહીં થતાં ત્રણ જુદેજુદે કાળે થઇ હશે. પહેલાં ઑસ્ટ્રેલીઆ અને મલાયાના દ્વીપસમૂહ છૂટા પડયા ત્યારપછી દક્ષિણ આફ્રિકા અને દક્ષિણ અમેરિકા વિખૂટા થયા; અને અંતમાં હિંદુસ્તાન અને માડાગાસ્કરનું જોડાણ સાધતા લેમુરીઆ પ્રદેશ નીચે બેસી જવાથી અરબીસમુદ્ર અસ્તિત્વમાં આવ્યો; (૨) વળી ઉપર જણાવેલા ટાઇથીઝ સમુદ્રનું તળ ઉપર આવવાથી હિમાલયપર્વતોનો જન્મ થયો.

ગુજરાતમાં ટર્શીઅરીયુગનાં ખડકો ખાસ કરીને સુરતમાં બોધાન આગળ અને ભરૂચમાં રતનપુર આગળ મળી આવ્યાં છે. ઉત્તર ગુજરાતનો મોટો ભાગ ટર્શીઅરીયુગ બાદ બંધાયેલા માટી-દ્રવ્ય કે "કાળી જમીન" હેઠળ ઢંકાયેલો છે. સંભવિત છે કે સુરત અને અમદાવાદ વચ્ચેનો ફળદ્રૂપ પ્રદેશ કાંતો ઉપનદીઓના કાંપથી ને કાંતો સમુદ્રમાં ધસડાઇ આવતા કાંપનો બન્યો હોય. અને એ જ કાંપથી પ્લીએસટોસીનયુગમાં ધસી આવેલા ખંભાતના અખાત અને કચ્છના રણને જોડતાં સમુદ્રના ફાંટાનું પૂરાણ થયું હોય. કાઠિ-યાવાડના દ્વીપકલ્પ અને અમદાવાદ વચ્ચેના નીચાણવાળા પ્રદેશમાં

મળતું ખારા પાણીનું તળાવ (નલ) હજી પણ ભૂતકાળનાં અંદર ધસી આવેલા સમુદ્રના ફાંટાનું સૂચન કરે છે.

પેરીમ બેટમાં મળતા ટર્શીઅરીયુગનાં ખડકો

ઓલીગોસીનથી માંડીને તે પ્લાયોસીન કાળ સુધીનાં ખડકો કાઠિયાવાડદીપકલ્પની પૂર્વ અને પશ્ચિમમાં ટ્રેપનાં ખડકો ઉપર પડેલાં જણાયાં છે. પશ્ચિમમાં જિપ્સમ ખનિજની માટીવાળાં ખડકો અને તેની ઉપરના રેતાળ ચૂર્ણપાષાણ "દ્વારકાના ખડકોને" નામે ઓળખાય છે. ભાવનગરમાં પણ આ ખડકો મળે છે અને તે વળી પાછા ખંભાતના અખાતમાં પેરીમ બેટ તરીકે દૃશ્ય થાય છે. વડોદરા અને કાઠિયાવાડના પૂર્વ કાંઠા પર મળતા હાયડ્રોકાર્બન ગૅસના ઝરાઓથી એવું અનુમાન કરવામાં આવ્યું છે કે ખંભાતના અખાતની બન્ને બાજુએ ઇઓસી–માયોસીન કાળનાં ખડકો અને નમ્યુલિટિક ખડકો ટર્શીઅરીયુગ બાદ બંધાયેલા માટીનાં પડ હેઠળ ઢંકાઇને પડ્યાં હોવાં જોઇએ.

ટર્શિયરી વ્યૂહ

પુષ્કળ અવશેષો જેવાં કે ફોરેમીનીફેરા, એકીનોડર્મઝ, મોલુસ્કા, વગેરે વાળાં આ ખડકોએ જો કે જીવશેષ શાસ્ત્રીઓનું પુષ્કળ ધ્યાન ખેંચ્યુ છે છતાં એ યુગનાં ખડકોની અનુક્રમાવલિ વિષે ઘણું કહેવાનું રહે છે. મળેલી સહાદતો પરથી હમણાં તો ઓલ્ડર ટર્શિયરી શ્રેણિ પશ્ચિમ હિંદુસ્તાનમાં ટ્રેપની ઉપર પડેલાં ખડકોથી માંડીને પેરીમનાં થરો સુધીનાં ખડકોનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. આ યુગમાં મળતાં ખડકોના બંધારણમાં ઘણા ફેરફારો જણાયા છે ગુજરાતમાં મળતાં આ યુગનાં ખડકો કાંતો રેતીપાષાણ હોય છે કે કાંતો માટીપાષણ હોય છે, અને તેમાં મળતા જમીનની વનસ્પતિ અને જીવોના અવશેષો મીઠા પાણીમાં બંધાયલા હોવાનું સૂચન કરે છે. આ ખડકો

ક્રાંતિ શ્રેણિને તળીએ મળે છે કે ક્રાંતિ છેક ઉપર દેખાય છે, અને મધ્યમાં સામુદ્રિક જલકૃત ખડકો પ્રવર્તે છે.

સુરત અને ભરુચ

સુરત આગળ ટર્શિયરી વ્યૂહને તળીએ મળતા જાડા, લોખંડી તત્ત્વવાળા માટીપાષાણુ લાવાના ખવાણ બાદ ઉત્પત્તિ પામતા લેટેરાઇટ નામનાં ખડકો જેવા દેખાય છે અને એ ખડકો કદાચ લેટેરાઇટ જ હોય એમ માનવા આપણે પ્રેરાઇએ છીએ. કારણ કે એની નજીક-માં જ લાવાનાં થર દૃષ્ટિગોચર થાય છે અને એની ઉપર આ માટી-પાષાણુ પડયા છે, પરંતુ બારીક અવલોકન પછી ખાતરીથી કહી શકાય છે કે એ ખડકો જળમય ક્રિયાથી જ બંધાયાં હશે; જો કે એનું બધું માટીદ્રવ્ય ટ્રેપ ખડકોએ જ પૂરું પાડયું હોય એ સંભવિત છે. આ થરોની સાથે કોંગ્લોમેરેટ અને મરડિયાનાં થરો પણ જણાયાં છે. ચોખ્ખા ચૂર્ણપાષાણુનાં થરોથી માંડીને રેતાળ, માટીવાળા, અને લોખંડી તત્ત્વના ભેળથી ભેદાયેલા ચૂર્ણપાષાણુનાં થરો નમ્યુલાઇટ જીવશેષોથી ભરપૂર છે. આ થરો સિંધનાં ખડકો અને યુરોપના ઇઓસીનયુગનાં ખડકો સાથે ઘણું જ સામ્ય દેખાડે છે.

આ ચૂર્ણપાષાણુની ઉપર મરડિયાનાં ઘણાં જાડાં પડ બંધાયાં છે. અને કંર્યાકર્યાક બીજા ક્ષારોનાં મિશ્રણથી બંધાઈ જાઇને કોંગ્લોમેરેટનું સ્વરૂપ પણ ધારણ કરે છે. રેતાળ માટી અને લોખંડી-તત્ત્વથી આચ્છાદિત થયેલા રેતીપાષાણુ પણ નજરે પડે છે. એની અંદરથી મળતા અવશેષો નીચેના ચૂર્ણપાષાણુના અવશેષોથી જુદા પડી જાય છે અને એનું પ્રમાણુ ઘણું ઘટી ગયેલું લાગે છે. આ બે જાતનાં પડોની વચ્ચેના કાળમાં જળમય ક્રિયાઓનું કાર્ય બંધ થઇ ગયું હોવું જોઇએ એમ માનવાનાં આપણને કારણો મળે છે; કારણ કે સુરતની પૂર્વમાં તડકેસર અને ગુલા આગળ–જ્યાં નીચેના ચૂર્ણપાષાણુ દૃશ્ય થયા છે ત્યાંથી–ઉત્તરે એ ખડકો ઉપરનાં મરડિયા-

વગેરેથી ઢંકાયેલાં પડયાં છે.

ઓછાવત્તા પ્રમાણમાં આ ઉપરના મરડિયા ઇત્યાદિ ગટા અને કરજન આગળ તાપી નદીમાં દેખાય છે અને કીમામલી અને ઇલાવ આગળ પાછા કીમ નદીમાં જોવા મળે છે. ભરુચની પૂર્વે રતન પુર આગળ વહેતાં નાળાંમાં આ થરના વળ ઘણા મોટા પ્રમાણમાં દશ્ય થયા છે, અને મુખ્યત્વે કરીને આ વળ રેતીપાષાણ, મરડિયા અને કોંગ્લોમૅરેટના બન્યા છે. ક્યાંકક્યાંક લાલ અથવા સફેદ માટીનાં પડ પણ નજરે ચડે છે. ટ્રેપના ખવાણથી ઉદ્દભવેલા એગેટ અને બીજા Quartzox ખનિજના પથ્થરો આ વળોમાં પુષ્કળ મળે છે. ખંભાતના વખણાયેલા ઍગેટ અને કાર્નેલિયન નામના ખનિજના પથ્થરો આ મરડના વળમાંથી જ મળે છે.

સુરત અને ભરુચ આગળ જણાતાં ઇઓસીનયુગનાં આ ખડકો ટ્રેપની ઉપર એક પડી સરખાં પડયાં છે. પણ પશ્ચિમમાં જતાં તો પાછા હાલમાં બંધાયેલા માટીપડ હેઠળ અદશ્ય થઇ જાય છે. તાપીનદીની દક્ષિણમાં ક્યાંકક્યાંક થોડાં થોડાં આ ખડકો દેખાય છે. પરંતુ નર્મદા નદીની ઉત્તરમાં તો ક્યાં યે એ જણાતાં નથી.

પેરીમનો ટાપુ

અહીં મળતાં ખડકો ઉપર જણાવેલા સુરત અને ભરુચ આગળ મળતાં ખડકોના યુગનાં જ છે કે તેનાથી પણ નવા યુગનાં ખડકો છે તે કહેવું મુશ્કેલ છે. પરંતુ કેટલેક અંશે એ સુરત આગળના કીમ અને તાપીના ખડકો સાથે સામ્ય દેખાડે છે એ નોંધવા જેવું છે. સપાટ પ્રદેશથી છવાયેલા આ નાના ટાપુનાં ખડકો પણ અનુપ્રસ્થતા જાળવી રહ્યા છે અને તેને લઇને ઘણાં ઓછાં પડો આપણને જોવા મળે છે. ઘણા બારીક રેતીપાષાણના ટુકડાઓ, અને એગેટ નામના ખનિજ પથ્થરવાળા કોંગ્લોમૅરેટનું વળ ઘણું ઉપયોગી જણાયું છે; કારણ કે એની અંદરથી લાકડાના અને

સસ્તન પ્રાણીઓના અવશેષ મળ્યા છે. આ અવશેષ શિવાલીકનાં અવશેષોને મળતા આવે છે. માસ્ટોડોન લેટીડન્સ, સુસ, હાઇનોથેરિયમ, બ્રામાથેરિયમ, અને કેમલોપારડાલીસ જેવા મળતા અવશેષો પરથી પેરીમટાપુનાં ખડકોને માયોસીનયુગમાં મુકવામાં આવ્યાં છે.

કાઠિયાવાડ

પેરીમનાં ખડકો જેટલા નહિ તો પણ પેરીમમાં મળતાં હાડકાંના અવશેષો જેવા જ અવશેષો કાઠિયાવાડને કાંઠે ઘોઘા આગળ મળે છે. જાંબૂડા રંગની માટીનાં જાડા થર ઉપર પડેલા કોંગ્લોમરેટના થરોને એક સાંકડો પટ કાઠિયાવાડને કિનારેકિનારે જતો ગોપનાથ સુધી પહોંચે છે. અહિંયાંથી છાંટછાટ અથવા ધાબાવાળી માટી, અને ચૂર્ણપાષાણ પ્રવર્તે છે, અને એની ઉપર મીલીઓલાઇટના નામથી ઓળખાતો ચૂર્ણપાષાણ બંધાયો છે. ગોપનાથથી આગળ પશ્ચિમમાં જતાં આ ચૂર્ણપાષાણ અવશેષોનાં ચિહ્નન દાખવે છે અને વધારે પશ્ચિમમાં જતાં એમાંથી પ્લયોસીનયુગના અવશેષો મળે છે. સરીરાબાદ અને પાટણ વચ્ચે એ ચૂર્ણપાષાણ મીલીઓલાઇટ હેઠળ ઢંકાઇ ગયો છે.

કચ્છ

નમ્યુલિટિક અને એની જોડનાં બીજાં ખડકો કચ્છની પશ્ચિમમાં જ ફક્ત જોવામાં આવે છે અને પૂર્વમાં જતાં માંડવી આગળ એ નવા યુગના હેઠળ ઢંકાઈ ગયેલાં છે. એને તળીએ જુદાજુદા રંગની માટીનાં અને લેટેરાઇટનાં પડ મળે છે. લાલ કીરમજી વગેરે રંગની માટીનાં પડ આપણું ખાસ ધ્યાન ખેંચે છે. અને ઘણામાં લોહતત્ત્વનું મિશ્રણ નજરે પડે છે. આ માટીના પડ ઉપર રેતીપાષાણ અને લાલ, ભૂરા, તથા સફેદ રંગના જમીનના છોડના અવશેષવાળા માટીપાષાણ બંધાયા છે. આ માટીપાષાણની જાડાઈ

૨૦ ફૂટથી માંડીને ઉત્તર અને પૂર્વમાં લગભગ ૨૦૦ ફૂટ જેટલી વધે છે. સાધારણ રીતે આ માટી અને લૅટેરાઇટનાં ખડકો ટ્રૅપ ઉપર ક્રમવાર ગોઠવાયેલાં જણાય છે, પરંતુ મઢાર અને લખપત આગળ ટ્રૅપને ઢાંકી દઈ નીચેના જ્યુરાસિકયુગનાં ખડકો પર પડેલાં દેખાય છે, જેથી ટ્રૅપ સાથેના સંબંધની એની ક્રમવારીમાં આપણને શંકા ઊભી થાય છે.

કચ્છની પશ્ચિમમાં મળતાં આ જુદાજુદા રંગની માટીનાં પડ ઉપર માટીપાષણ મળે છે. આ માટીપાષાણમાં છોડના અવશેષો જોવામાં આવે છે અને ખાસ કરીને પાંદડાંના અવશેષ, વળી વધારે નીચે જતાં માટીપાષાણમાં પાયરાઇટ અને કોલસો પણ મળે છે. પાયરાઇટ અને છોડના અવશેષવાળા આ માટીપાષાણ સિંધમાં પણ આપણને જોવાને મળે છે.

કિનારા પર પડેલો ટર્શિયરીયુગનાં ખડકોનો પટ કચ્છની પશ્ચિમે બંધાયેલા સિંધુનદીના મુખપ્રદેશમાં અદૃશ્ય થઈ જઈ વળી પાછો સિંધમાં માટી હેઠળ દબાયેલો આપણા જોવામાં આવે છે. અને ત્યાં જ આ ખડકોની પૂર્ણાહુતિ થતી જોવામાં આવે છે, કારણ કે અહીં વળી એક નવા જ નમ્યુલિટિકના અવશેષવાળા ચૂર્ણપાષાણ નામક નવા ખડકની શરુઆત થાય છે, આ નમ્યુલિટિકના અવશેષવાળા ચૂર્ણપાષાણ હિમાલયપર્વતોથી માંડીને ભૂમધ્યસમુદ્ર સુધી વિસ્તરેલા છે. આ સિવાય સિંધમાં ટર્શિયરીયુગ કરતાં જૂનાં ખડકો ક્યાંય જણાતાં નથી.

ક્વૉટરનરી વ્યૂહ

તાપી અને નર્મદા

દ્વીપકલ્પની ઘણી નદીઓની પેઠે તાપી અને નર્મદાનાં તટોમાં મળતા જૂનાં માટીનાં પડો ઘણાં ઉપયોગી જણાયાં છે. આજનાં પાણીનાં વહેણથી ઘણે ઊંચે મળતાં આ ખડકોમાંથી કરોડવાળાં

અને સ્તનવાળાં પ્રાણીઓના અવશેષ ઉપરાંત મનુષ્યના આગમન-કાળની નિશાનીઓ અને સહાદતો મળી છે, જેમાં છરી, કુહાડી, બાણુ આકારના પથ્થરો, ઇત્યાદિનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે.

વળી, મળેલી સહાદતો પરથી એમ પણ માનવામાં આવે છે કે આ કાળે નર્મદા અને તાપી નદીનાં વહેણો ક્યાંક મળતાં હતાં અને ઘણા નજીકના ભૂતકાળમાં ભૂકંપના કારણે છૂટાં પડયાં હતાં! જબલપુર આગળના નર્મદાના પાણીના ધોધ પણ નર્મદાનદીના વહેણમાં થયેલા ફેરફારનું સૂચન કરે છે.

ઉપર જણાવેલ જૂની ટર્શિયરી અને ઊપલા ટર્શિયરી વચ્ચે લગભગ નહિ જેવો જ ભેદ જણાય છે. અને આ બંને યુગનાં ખડકો એકેકમાં ભેળાઇ જાય એ બિલકુલ સ્વાભાવિક લાગે છે.

કાઠિયાવાડના ઊપલા ટર્શિયરીયુગનાં ખડકો

કાઠિયાવાડદ્વીપકલ્પને પશ્ચિમ કાંઠે મળતા સફેદ છિદ્રોવાળાં ખડકો મિલિઓલાઇટ અથવા "પોરબંદરના પથ્થર"ના નામથી જાણીતા થયા છે. ફોરામીનીફરાના અવશેષવાળા આ ચૂર્ણપાષણ ઘરના બાંધકામ અર્થે મુંબઇ મોકલવામાં આવે છે. એનાં રાસાયનિક તત્ત્વોનાં મિશ્રણમાં ઠેકાણેઠેકાણે ફેર પડે છે. પશ્ચિમ કાંઠા કરતાં ગોપનાથ આગળ એમાં માટીનું મિશ્રણ વધારે પ્રમાણમાં જણાય છે. એના બંધારણકાળે થયેલા પાણીના વહેણના ફેરફારો એમાં મળતા current bedding નાં ચિહ્નોમાં જોવાને મળે છે. કાઠિયાવાડના લગભગ આખા દક્ષિણ કાંઠે આ ખડકો દેખાય છે.

કચ્છમાં મળતા ઊપલા ટર્શિયરી (અથવા કવૉટરનરી) યુગનાં ખડકો

(૧) ભિન્નભિન્ન જાતનાં ખડકો.

(૨) પાચા રેતીપાષાણ, ચૂર્ણ અને સિલિકાના ભેળવાળા ગ્રીટ્સ, ગ્રેવલ અને કૉગ્લોમરેટ.

(૧) ભૂરા રંગની રેતી અને રેતીપાષાણ.

નર્મદાનદીના તટમાં મળતાં મરડિયાનાં પડોમાંથી સ્તનવાળાં પ્રાણીઓનાં હાડકાં મળે છે, જે હાલનાં પ્રાણીઓની સાથે ઘણું સામ્ય દર્શાવે છે. જે વળમાં એલીફસ, હીપોપોટેમસ, સુસ, ઈક્વસ, બોસ, સરવસ વગેરેનાં હાડકાં મળ્યાં છે તેનું યુગાન્તર ડૉ. ફૉલ્કનરે પ્લાઝેસિકા એટલું મૂક્યું છે.

સિંધ, કચ્છ અને ગુજરાતની કાંપવાળી જમીન

મુંબઇ ઇલાકાના વાયવ્ય ખૂણામાં મળતા રેતી અને માટીથી મુખ્યત્વે છવાયેલા સપાટ પ્રદેશનો વિસ્તાર ઘણો મોટો છે. આ રેતી અને માટીનાં પડ નદીનાળાંના તટમાં અને નદીના મુખ આગળ બંધાતા મુખપ્રદેશમાંથી ઉદ્ભવ્યાં હોય એ સંભવિત લાગે છે. સિંધ હૈદ્રાબાદથી માંડીને અમદાવાદ સુધી આ સપાટ પ્રદેશ વિસ્તરેલો છે અને ઉત્તર હિંદુસ્તાન સિંધુ અને ગંગાનદીના કાંપથી બનેલા પ્રદેશનો જ આ એના નૈઋર્ત્ય ખૂણાનો એક ભાગ હોય એમ લાગે છે. આ સપાટ પ્રદેશ પર કોઇ એક સમયે સમુદ્ર વિસ્તરેલો હશે એ હકીકત એના કાંઠા પર મળતા સમુદ્રજળમાં બંધાયેલા ટર્શિયરીયુગનાં ખડકો પૂરી પાડે છે. કચ્છ અને કાઠિયાવાડની ઊંચાણવાળી જમીનો પણ આ સપાટ પ્રદેશની જ બની છે.

આ આખો પ્રદેશ—જે એક વખત સમુદ્રનાં પાણી હેઠળ હોવાનું મનાય છે એણે—આજે સુકા જમીનપ્રદેશનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે. એક બાજુથી હિમાલય અને બલુચિસ્તાન અને બીજી તરફ હિંદુસ્તાન દ્વીપકલ્પ પ્રદેશમાંથી નીકળતી નદીઓમાં ઘસડાઈ આવતું માટીદ્રવ્ય, રેતી, ગ્રેવલ ઇત્યાદિથી આ સમુદ્રસ્થળ પૂરાઇ જઇને

જમીનપ્રદેશ બન્યો હોય એમ લાગે છે. ધીમી ગતિથી ચાલુ રહેલી આ ક્રિયા હજી પણ ચાલુ જ છે.

કચ્છનો રણપ્રદેશ પણ એક કાળે સમુદ્રના પાણી હેઠળ ડૂબેલો હોવાનું કહેવાય છે અને તેણે પણ એની અંદર વહેતી નદીઓના કાંપથી પૂરાઇ જઇને જમીનનું સ્વરૂપ ધારણ કર્યું છે; જો કે હજી આજે પણ આ રણપ્રદેશ વરસાદના પાણીથી ભરાઇ જાય છે. એની અંદર બનાસ અને લુણી અને કચ્છનાં બીજાં નાનાં નદીનાળાંનાં પાણીનો ઊમેરો થતાં કચ્છનું રણ સમુદ્રનું જ સ્વરૂપ લે છે, અને વરસના બીજા બધા દિવસોમાં સૂકું રહે છે. દંતકથા એવી છે કે પ્રાચીન કાળમાં કચ્છનો રણપ્રદેશ રણ નહિ પણ દરિયાનું બારું હશે, જેમાં વ્યાપારનાં વહાણો અંદર આવતાં હતાં. ઘણા નવા કાળનાં સમુદ્રજળમાં બંધાયેલાં ખડકોનાં પડ અને કયાંક કયાંક મળતાં જૂનાં પડી રહેલાં વહાણો એ વિષેની સાક્ષી પૂરે છે. વળી, એ પણ શક્ય છે કે સિંધુનદીનાં વહેણ આ તરફ જ વહેતાં હતાં અને હાલમાં લાવે છે એના કરતાં વધારે કાંપ લાવતાં હશે.

પૂર્વમાં ખંભાતનો અખાત પણ પૂરાતો જવાનાં ચિહ્ન માલૂમ પડયાં છે. ખંભાતના અખાતની પૂર્વમાં સાબરમતી, મહી, માલુ અને નર્મદા જેવી મોટી નદી આવીને ખંભાતના અખાતને મળે છે, અને પુષ્કળ કાંપ લાવીને બધી અહીં એકઠો કરે છે. ખંભાતનો અખાત અને કચ્છનો રણપ્રદેશ એક કાળે સાથે જોડાયલા હશે; કારણ કે હજી પણ બન્ને એક નીચા જમીનના સાંકડા પટથી જોડાઇને રહ્યા છે.. ગુજરાતની ઉત્તરમાં મળતું આછા રંગનું એલ્યુવિયમ પણ ઉત્તરમાંથી વહેતી કોઇક નદીઓ જ લાવી હોય એમ માની શકાય અને રૈાજર્સ તો એમ પણ માને છે કે સિંધુનદી એક કાળે દક્ષિણ તરફ ખંભાતના અખાત તરફ જ વહેતી હતી.

કાંપથી જમીન પૂરાવા સાથે એ ભાગ તરફની જમીન પણ

ધીમે ધીમે કોઈક ધીમા આંતરક્ષોભોને લઈને ઉપર આવી હશે; કારણ કે કાઠિયાવાડના દક્ષિણ કાંઠા પર એ વિષેનાં ઘણાં ચિહ્નો મળે છે. પાટણ આગળની નાળમાં હવે ફક્ત મોટી ભરતી વખતે જ પાણી પહોંચે છે; મરણ પામેલાં ઓઇસ્ટર હાલના પોરબંદર આગળ એના રહેઠાણની જગા કરતાં લગભગ ૨૦ ફૂટ જેટલી ઊંચી જગાએ મળે છે. પોતે મેળવેલી સહાદતો પરથી ચિયેબોલ્ડનું એવું કહેવું છે કે ઈ. સ. ૧૮૫૬ ની સાલમાં અહીંની જમીન લગભગ ૧૦ ફૂટ જેટલી ઊંચે આવી હતી. ઈ. સ. ૧૮૧૯ ના ભૂકંપવખતે કચ્છના રણનો કેટલોક ભાગ ઊંચે આવ્યો હતો અને કેટલોક નીચે બેસી ગયો હતો. ઇ. સ. ૧૮૨૮માં સીંદરીની આસપાસ જે પાણી નજરે પડતાં હતાં તે સુકાઈ જઈને તે સ્થાને બિલકુલ જમીન થઈ ગઈ હતી આ બધી સહાદતો કચ્છનો રણપ્રદેશ અર્વાચીન કાળમાં ઊંચે આવ્યો છે એ હકીકતની સાક્ષી આપે છે.

સિંધુનદીના મુખપ્રદેશનું કચ્છનું રણનું અને ખંભાતની ઉત્તર અને પૂર્વમાં વિસ્તરેલું એલુવિયમ આખા સુરતજિલ્લામાં પથરાયેલું નજરે પડે છે. દક્ષિણનો પ્રદેશ પણ એ જ એલુવિયમનો બન્યો છે અને દક્ષિણમાં ઠેઠ મુંબઈ સુધી પહોંચે છે.

લિટોરલ કૉંક્રીટ

શેલ અને ગ્રેવલના મિશ્રણથી બનેલાં આ ખડકો ગુજરાતના પશ્ચિમ કાંઠા પર ક્યાંક ક્યાંક મળે છે. મુંબઈના બેટમાં અને માહીમની ખાડીમાં અને કિનારા પર પણ આ ખડકો દૃશ્યમાન થાય છે અને ઉત્તરમાં દમણ સુધી પહોંચે છે. આ ખડકો એ ભાગની જમીનના ઊંચે આવવાની નિશાનીરૂપે છે. કાઠિયાવાડના મિલિયોલાઇટના ચૂર્ણપાષાણ પર પણ આ ખડકો બંધાયાં છે અને લગભગ ૬૦ ફૂટ જેટલી જાડાઈનાં થર બંધાયાં છે.

કપાસની કાળી જમીન

રીગરને નામે ઓળખાતી કપાસની કાળી જમીન પાણીની ભીનાશ લાગતાં ઘણી ચીકટ અને ચીકાસવાળી બને છે અને સૂકાતાં વજનમાં હળવી અને ચીરા પડીને ભમરી બની જાય છે. ડેક્કન-ટ્રેપના વિસ્તારવાળી બધી જગાઓમાં આ કાળી, ભૂરી કે આછા-ભૂરા રંગની જમીન જોવા મળે છે. ડક્કન ટ્રેપ લાવાના ખવણથી આ જમીનનો ઉદ્ભવ થયેલો મનાય છે. organic matter ના મિશ્રણથી આ કાળી જમીનનું માટીદ્રવ્ય ઓતપ્રોત થયેલું છે.

ગુજરાતની ખનિજસંપત્તિ

ખનિજના ઉપયોગનો ઇતિહાસ ઘણો જૂનો ઇતિહાસ છે. પૃથ્વી પર મનુષ્યના આગમન પછી માનવજાતિએ એની સમજ પ્રમાણે પૃથ્વીના પડમાંથી મળતાં ધાતુઓ કે ખડકોનો ઉપયોગ જુદીજુદી રીતે કર્યો છે. ઇતિહાસનાં પાનાં તપાસતાં અને ઐતિહાસિક કાળની ભીતરમાં ડોકિયું કરતાં ખનિજના આ રસપ્રદ ઇતિહાસનાં ઝાંખાં દર્શન "પથ્થરયુગ"માં થાય છે. તે વખતે ચકમક જેવા પથ્થરોમાંથી (ખનિજ-સ્ફટિકનાં) માણસે પોતાના ઉપયોગનાં હથિયારો બનાવ્યાં હતાં. ત્યારપછી તો લોખંડ અને ત્રાંબુ જેવી ધાતુઓનો પણ છૂટથી ઉપયોગ થયેલો જણાયો છે. વળી, સોનું અને ચાંદી જેવી ધાતુઓ અને કીમતી પથ્થરો (ખનિજો) નો પણ કલાના વિકાસ કાજે અને રત્ન તરીકે કે શોભા અર્થે પુષ્કળ ઉપયોગ થયો છે.

પરંતુ જેટલા પ્રમાણમાં અને જેટલી જાતનાં ખનિજો પર માનવજાતિએ આજે જે પ્રભુત્વ મેળવ્યું છે તેવું અને તેટલું પ્રભુત્વ ફ્રેન્ચ બળવાના કાળે તેને મળ્યું નહોતું. આજે તો પ્રજાનું સામર્થ્ય કેટલેક અંશે એના દેશનાં ખનિજધન પરથી અંકાય છે. લગભગ ૧૦૦ વર્ષ પૂર્વે શરૂ થયેલા ઔદ્યોગિક વિપ્લવના જન્મકાળે પ્રજાજીવનના ઘડતરમાં ખનિજને યોગ્ય સ્થાન

મળ્યું. આ વસ્તુસ્થિતિનું યથાયોગ્ય દર્શન નીચેની હકીકતોથી થશેઃ

લોખંડ, ત્રાંબું અને બળતણખનિજની પેદાશ છેલ્લાં સો વર્ષ દરમિયાન સોગણી વધી છે, અને આપણા ઐતિહાસિક કાળ કરતાં છેલ્લાં સો વર્ષમાં જ સૌથી વધારે ખનિજો શોધાયાં છે અને તેનો ઉપયોગ પણ થયો છે. ફક્ત યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં છેલ્લાં વીસ વર્ષમાં સૌથી વધારે ખનિજો ખોદાયાં છે અને છેલ્લાં ૪૦ વર્ષમાં એનો ઉપયોગ પંદર ગણો વધ્યો છે. કેટલાંક ઘણાં ઉપયોગી ગણાતાં ખનિજોનું ઉત્પાદન દુનિયાભરમાં દરેક દસ વર્ષના ગાળામાં લગભગ બમણું થતું ગયું છે. અમેરિકાની શોધ થયા પછીનાં ૪૦૦ વર્ષમાં જેટલું સોનું ખાણી કઢાયું છે તેટલું સોનું છેલ્લાં વીસ વર્ષમાં દુનિયાભરમાં ખોદી કઢાયું છે. ૧૯ મી સદી સુધીનો ઐતિહાસિક કાળ તપાસતાં માલૂમ પડે છે કે ઇ. સ. ૧૯૨૯ માં જગતભરમાં થયેલી ત્રાંબાની પેદાશ આખા ઐતિહાસિક કાળની પેદાશ કરતાં બમણી હતી.

યંત્રવિજ્ઞાન અને વ્યાપારની દિનપ્રતિદિન પ્રગતિ થતાં વ્યાપાર-વિષયક ખનિજજણસોનો આંકડો વધતો રહ્યો અને એ વધીવધીને આજે ૭૭ નો થયો છે. ઘણા કાળ સુધી નકામી જેવી ગણાતી ખનિજજણસ આજે અતિઉપયોગી ગણાતી થઇ ગઇ છે.

આટલા મોટા પ્રમાણમાં ખનિજના ઉપયોગનો અખતરો જગતભરના ઇતિહાસમાં પહેલવહેલો જ અને અપૂર્વ કહી શકાય. ભૂતકાળમાં એની બરોબરી કરે એવું કોઈ દૃષ્ટાંત આપણને જડતું નથી; એટલે એનાં શાં પરિણામો આવશે અથવા તો એ ભાવિ પ્રજા-જીવનમાં કેવા કેવા ફેરફારો આણશે એ કહેવું મુશ્કેલ બને છે.

યંત્રવિજ્ઞાન અને વેપારની પ્રગતિ થતાં ખનિજની માગણી વધતી જ રહે છે અને આ માગણી ખાસ કરીને તો જે દેશોની પાસે ખનિજધન પુષ્કળ જથ્થામાં પડ્યું છે તે દેશો પાસે જ થાય

છે. દાખલા તરીકે, લોખંડ તો લગભગ દુનિયાના ઘણા દેશોમાં મળે છે, છતાં યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ, ફ્રાન્સ, ઇંગ્લૅંડ, સ્વીડન, અને સ્પેન જેવા દેશો પર એની માગણી ઘણી જ રહે છે. સારો કોલસો આપણને પૂર્વ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ, ગ્રેટ બ્રિટન અને પશ્ચિમ જર્મનીમાંથી જ મળે છે. પૅટ્રોલિયમની મોટી પેદાશ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સ કરે છે. લગભગ ૫૫ ટકા જેટલી દુનિયાની ત્રાંબાની પેદાશ યુનાઇટેડ સ્ટેટ્સમાં છે. મૅંગેનીઝ ખાસ કરીને હિંદુસ્તાનમાં મળે છે, તે જ પ્રમાણે પોટાશની પેદાશ જર્મની કરે છે. આ પ્રમાણે જગતભરમાં ખનિજોનાં મુખ્ય ઉત્પત્તિસ્થાનની સંખ્યા લગભગ ત્રીસ સુધી પ્હોંચે છે અને એ રીતે અમુક ખનિજ અમુક દેશની વિશિષ્ટતારૂપે જ રહે છે.

ઉપર જણાવેલી હકીકતો ઉપરથી માલૂમ પડશે કે દરેક પ્રજાને ખનિજધન માટે એકબીજાની મદદ ઉપર નભવું પડે છે સંજોગ-વશાત્ ઘણી જાતના ખનિજોવાળા દેશને પણ કેટલીક વખત ઘણા ઉપયોગી ખનિજને માટે બીજા દેશનો આશરો શોધવો પડે છે.

દુનિયાને ખનિજધનની ઉપયોગિતા કેવી અને કેટલી છે એ આપણે ઉપર જોયું. હવે ગુજરાતમાં આપણને ક્યાં ક્યાં ખનિજો કેટકેટલા પ્રમાણમાં અને ક્યાં ક્યાં મળે છે તે તપાસીશું. એમાં પાણીના ઝરા, ઇમારતોના ચણતરમાં વપરાતા પથ્થર અને ઉપયોગી માટીદ્રવ્યનો પણ સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. ગુજરાતમાં મળતાં ખનિજોમાં મુખ્યત્વે નીચલાં ખાસ ગણાવી શકાય:

(૧) મૅંગેનીઝ; (૨) ઍગેટ (અકીક); કાર્ટેલિયન; (૩) જિપ્સમ; (૪) બૉક્સાઇટ; (૫) ગેરૂ (ઓકર); (૬) ગરમ પાણીના ઝરા; અને (૭) બાંધકામમાં લેવાતા જુદીજુદી જાતના પથ્થરો.

આખા યે જગતમાં ઉપયોગી જણાવેલી ઘણી ધાતુઓમાં મૅંગેનીઝ અગ્રસ્થાન લે છે; કારણ કે લોખંડ અને પોલાદના ઉદ્યોગમાં જરૂરી એવાં મૅંગેનીઝનાં મૂલ્ય ઘણાં ઊંચાં અંકાયાં છે.

આજના મુખ્ય ઔદ્યોગિક દેશોની નજીકની હદમાં ખનિજ મૅંગેનીઝ મળતું નથી. વળી, ચાલુ ઘસાતી રહેતી વસ્તુઓ, જેવી કે રેઈલના પાટાની બનાવટમાં પણ, મૅંગેનીઝમિશ્રિત લોખંડનો પુષ્કળ ઉપયોગ થાય છે. આ બધી રીતે મૅંગેનીઝનું મહત્ત્વ ભારે વધી ગયું છે. વળી, દુનિયાના ઘણા થોડા ભાગમાં મૅંગેનીઝ મોટા જથ્થામાં મળે છે. હિંદુસ્તાન એમાંનો એક છે. હિંદુસ્તાનમાં આજે લગભગ ૫૦ થી ૭૫ જુદીજુદી જગાઓમાંથી મૅંગેનીઝ જથ્થાબંધ મેળવાય છે, અને દર વર્ષે લગભગ ૬૬૦૦૦૦ ટન જેટલી મૅંગેનીઝનું ઉત્પન્ન થાય છે. એમાંનું ૮૦ ટકા જેટલું મૅંગેનીઝ મધ્યપ્રાંત પૂરું પાડે છે. રશિયા સિવાય જગતભરમાં વધારેમાં વધારે મૅંગેનીઝની પેદાશ હિંદુસ્તાનમાં છે.

ગુજરાતમાં મૅંગેનીઝ પંચમહાલજિલ્લામાં મળે છે. પંચમહાલમાં શિવરાજપુરની મૅંગેનીઝની ખાણ ઘણી જાણીતી છે. સર એલ. ફરમોરે ૧૯૦૫ માં પહેલી શિવરાજપુરની મૅંગેનીઝની ખાણ તપાસી હતી અને ત્યારથી એનું ખોદકામ શરૂ થયું છે. એમાંથી મુખ્યત્વે કરીને પાઈરોલ્યુસાઇટ, સાઇલોમીલેન અને બ્રોનાઇટ ખનિજો મળે છે, જેમાંથી મૅંગેનીઝને શુદ્ધ કરી જુદું પાડવામાં આવે છે. છોટા-ઉદેપુરની પાનીની ખાણ પણ મૅંગેનીઝ માટે જાણીતી છે.

ગુજરાતમાં મોટા પ્રમાણમાં મળતું બીજું ખનિજ અકીક ગણી શકાય. ચૅલસીડૉનિક સિલિકાનાં જુદીજુદી જાતનાં ખનિજ જેવાં કે ઍગેટ, કાર્નેલિયન બ્લડસ્ટોન, ઑનિક્સ, જેસ્પર, વગેરે અકીકના નામથી જાણીતાં થયાં છે. ડેક્કન ટ્રેપનાં ઍમીગ્ડેલોઇડલ ખડકોમાં આ સાધારણ કીમતી ખનિજની સારી જેવી ઉત્પત્તિ થતી રહી છે. રાજપીપળા સ્ટેટમાં આવેલું રતનપુરગામ અકીક મેળવવાનું મુખ્ય મથક છે. ખંભાતના કારીગરો આ અકીકમાંથી ઘણી સુંદર નાની ઉપયોગી વસ્તુઓ અને ઝવેરાતના દાગીના બનાવે છે. રતનપુરમાંથી દર વર્ષે લગભગ ૧૦૦ ટન જેટલું અકીક મેળવવામાં

આવે છે. એ તો ઘણી જાણીતી વાત છે કે પ્રાચીન કાળમાં ખંભાતનાં અકીક ઘણાં વખણાતાં હતાં અને પરદેશમાં એની સારી જેવી નિકાસ પણ કરવામાં આવતી હતી. હિંદુસ્તાનમાં બનેલા ઑનિક્સ અને કાર્નેલિયનના પ્યાલા ગ્રીક અને રોમન લોકોમાં ઘણા જાણીતા હતા. અમદાવાદમાં રાણપુર આગળ, ખેડા જિલ્લામાં માઝમનદીના તટમાં, અને કાઠીઆવાડમાં ખીજડિયા આગળ અકીકના પથ્થરો મળે છે.

જિપ્સમ ખનિજ પણ ગુજરાતમાં સારા પ્રમાણમાં મળતું રહ્યું છે. આ ખનિજ પ્લાસ્ટર ઑફ પૅરિસ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે, તે ઉપરાંત ખેતીમાં ખાતર તરીકે પણ એનો ઉપયોગ થાય છે. કચ્છ અને કાઠિયાવાડમાં જ્યુરાસિક અને ટર્શિયરીયુગનાં ખડકોમાંથી પુષ્કળ જથ્થામાં જિપ્સમ મળે છે.

બૉક્સાઇટ નામનું ખડક, જેમાં ઍલ્યુમિનિયમનું પ્રમાણ ઘણું વધારે રહે છે તે ખડક, ઍલ્યુમિનિયમ ધાતુ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે. ગુજરાતમાં રાજપીપળાના વાસણાગામ આગળ અને ખેડા જિલ્લાના કપડવંજતાલુકામાં બૉક્સાઇટના મોટા જથ્થાની નોંધ લેવાઇ છે.

જુદાજુદા રંગ બનાવવાના કામમાં લેવાતાં જે માટીદ્રવ્ય ગેરૂને નામે ઓળખાય છે તે પણ ગુજરાતમાં મળે છે. કચ્છ, કાઠિયા-વાડ અને રાજપીપળા એ ગેરૂ (ઑકર) પૂરો પાડે છે, જેમાંનો રાજપીપળામાં પડવાણીઆ આગળ મળતો ઑકર ઉત્તમ જાતનો ગણાય છે.

પૃથ્વીનાં પડમાંથી મળતા પથ્થરોને ખણીને ખાસ કરીને ઇમા-રત ઇત્યાદિના બાંધકામમાં લેવાય છે. જે ખડકની જાતમાં અમુક આવશ્યક ગુણો નથી હોતા તે બાંધકામના ઉપયોગમાં લઇ શકાતા

નથી. જે ખડકો કુદરતી વિરોધો સામે લાંબા કાળ સુધી ટકી શકે, જે સખ્ત હોય અને, દેખાવમાં પણ સુંદર હોય, જેનાં ઘડાણ પાછળ ઓછી મહેનત અને ઓછો પૈસો જતો હોય, એવાં ખડકોના જ પથ્થર બાંધકામના ઉપયોગમાં લઈ શકાય. આ બધા ગુણો એક સામટા થોડી જાતનાં ખડકોમાં હોય છે, અને તેને લઈને અમુક જ ખડકો બાંધકામને માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે.

ગુજરાતમાંથી મળતા ભિન્નભિન્ન પ્રકારના પથ્થરોમાં કાઠિયાવાડથી આવતા "પોરબંદરના પથ્થર" તરીકે જાણીતાં થયેલાં ખડકોના પથ્થર બાંધકામમાં પુષ્કળ ઉપયોગમાં લેવાય છે. મોટે ભાગે જીવશેષમાંથી બંધાયેલા ગોળ દાણાવાળા આ ખડકો રાણપુર આગળ આવેલા બરડા ડુંગરની પશ્ચિમેથી ખોદી કાઢવામાં આવે છે. આ સફેદ રંગના પથ્થરને કાપતાં એમાંથી નીકળતી ચીપો અને ટૂકડાઓને બાળીને ચૂનો બનાવવામાં આવે છે. ધ્રાંગધ્રામાં મોટી ક્વાતરો જાણીતી છે જેમાંથી નીકળતા ઊપલા જ્યુરાસિકયુગના રેતીપાષાણ બાંધકામને માટે ઘણા જ ઉત્તમ જણાયા છે. અને એ બહારગામ પણ મોકલવામાં આવે છે. હિંમતનગરમાં અમનગર આગળ પણ આવા રેતીપાષાણ મળે છે. વડોદરામાં બૅસૉલ્ટ નામનો કાળો પથ્થર મળે છે, અને સુરતમાં તારકેશ્વર આગળ મળતા નમ્યુલિટિક ચૂર્ણપાષાણ પણ જાણીતા છે. કેટલાક ચૂર્ણપાષાણ સિમેંટ બનાવવાના કામમાં લેવાય છે.

ગરમ પાણીના ઝરા

ગરમ પાણીના ઝરા હિંદુસ્તાનના ઘણા ભાગોમાં જોવામાં આવે છે અને ગુજરાતમાં પણ એની સંખ્યા ઘણી છે. આમાંથી કેટલાક ઝરાઓના પાણીમાં રેડિયોના સક્રિય તત્ત્વોની પણ શોધ થઈ છે. યુરોપની જેમ અહિંના ઝરાઓના પાણીના વૈદક ગુણોનો બરાબર અભ્યાસ થયો નથી, અને તેથી એનો વૈદક દૃષ્ટિથી ઉપયોગ થયેલો

પણ જણાતો નથી. હિંદુસ્તાનમાં તો આ ઝરાઓ પાણીના ભૈષજ્ય ગુણને નહિ ગણતાં ધર્મની દૃષ્ટિએ વધારે પવિત્ર ગણાય છે, અને એ જગાઓ પર મંદિરો પણ બંધાયાં છે. ગુજરાતમાં ગરમ પાણીના ઝરા નીચે દર્શાવેલાં સ્થળોમાં મળે છેઃ અમદાવાદમાં હરસોલ આગળ ગરમ પાણીના ઝરા છે, અને ભરૂચમાં કાવા આગળના ઝરાનાં પાણી લગભગ ઠંડાં જણાયાં છે. કચ્છમાં મોર આગળ મળતા ઝરાનાં પાણી હુંફાં છે, અને ફટકડી બનાવવાના કારખાનામાં ઉપયોગમાં લેવાય છે. ખેડામાં લસુંદરા આગળ એક નહિ પણ ઘણા ગરમ પાણીના ઝરા જણાયા છે. કાઠિયાવાડના ગિરના પર્વતોમાં મળતા તુલસી શ્યામના ઝરા જાણીતા છે. પંચમહાલમાં ટૂવા આગળ મળતા ઝરાનાં પાણીના ગુણોની તપાસણી થઈ છે અને તેમાં રેડીઓનાં સક્રિય તત્ત્વોનું પ્રમાણ ઘણું હોવાનું કહેવાય છે. સુરતમાં અનાવલ અથવા દેવફળીનાઈ આગળ પણ કેટલાક ઝરાઓ મળ્યા છે. એમાં ગંધકનું પ્રમાણ ઘણું મોટું છે અને પાણી પણ ઘણાં જ ગરમ છે. મુંબઈમાં વજ્રેશ્વરી આગળના ગરમ પાણીના ઝરા ઘણા જાણીતા છે. એના પાણીના વૈદ્યક ગુણો લોકોના જાણમાં આવ્યાથી એનો પુષ્કળ ઉપયોગ થાય છે. એને માટે ત્યાં ખાસ સૅનિટોરિયમ પણ બાંધવામાં આવ્યું છે.

ઉપર જણાવેલાં ખનિજો ઉપરાંત ગુજરાતમાં સીસું, લોખંડ એસ્બેસ્ટોસ, અને અબ્રક જેવાં ખનિજોની પણ નોંધ લેવાઇ છે.

પ્રકરણ ૧૮

સાધારણ વ્યવહારમાં ભૂવિદ્યાનું સ્થાન

રસાયનશાસ્ત્ર, ભૌતિકશાસ્ત્ર, જીવશાસ્ત્ર વગેરે શાસ્ત્રોમાંથી મળતા ફાયદા સૌ કોઈને વિદિત છે. તે જ પ્રમાણે દરેક વિજ્ઞાનશાસ્ત્ર

આપણા જીવનમાં ઘણું અગત્યનું સ્થાન લે છે. માનવના દુઃખનિવારણ માટે રસાયનશાસ્ત્રની મદદથી માનવીએ જુદીજુદી જાતની દવાઓ બનાવી એના દુઃખમાં રાહત આપી. ભૌતિકશાસ્ત્રના પરિશીલન વડે આપણને રેડીઓ, ટેલિવિઝન, ઇલેક્ટ્રિસિટી ઇત્યાદિ મળ્યાં જીવશાસ્ત્રના અભ્યાસથી જીવ ઉગારવાના પ્રયોગો થયા અને હજી થાય છે. એ જ પ્રમાણે દરેક વિજ્ઞાન આપણા જીવનમાં અમુક સ્થાન લે છે ખરું; પછી તે નાનું હો કે મોટું. ભૂવિદ્યા કે ભૂસ્તરશાસ્ત્ર પણ માનવજાતને ક્યાં અને કેટલું ઉપયોગી નીવડ્યું છે એ હવે આપણે આ પ્રકરણમાં ટૂંકામાં તપાસીશું.

ભૂવિદ્યામાં ભૂસ્તર (ખડકો)ની તપાસ અગત્યનું સ્થાન લે છે. એ ખડકોના સ્તરો કે થર આપણા રોજરોજના વ્યવહારમાં ઉપયોગી જણાયાં છે. ખડકોનો મુખ્ય ઉપયોગ બાંધકામમાં થાય છે. મોટી મહેલાતો અને ઇમારતોનું બાંધકામ, મોટા રેલવેના પૂલ વગેરેમાં આવાં તો કેટલાં યે બાંધકામોમાં પથ્થર (ખડક)ની આવશ્યકતા છે. મોટામોટા રસ્તાઓનાં બાંધકામમાં પથ્થરનું સ્થાન મોખરે છે. સિમેંટ, પ્લાસ્ટર, કૉંક્રીટ, આધુનિક યુગની અતિઉપયોગી જણાયેલી બાંધકામની સામગ્રીઓ, પથ્થર પૂરી પાડે છે. ઇંટની માટી પથ્થરમાંથી જન્મે છે. આ પ્રમાણે નિર્જીવ જણાતો પથ્થર પણ માનવજાતને એના રોજરોજના વ્યવહારમાં ઉપયોગી જણાતો રહ્યો છે.

આ બધાં બાંધકામોમાં પથ્થરની પસંદગી ઘણી ઝીણવટથી થવી ઘટે છે. ઘણીવખત એની કીમત પર જ ધ્યાન આપતાં ઘણા આવશ્યક ગણાતા ગુણો તરફ આપણે બેદરકાર બની જઇએ છીએ. પણ બાંધકામ ઘણા લાંબા કાળ સુધી ટકશે કે કેમ એ તો એમાં વપરાયેલી પથ્થરની જાત પરથી જ કહી શકાય. વળી, આજના ઉદ્યોગનાં કારખાનાંથી ખીચોખીચ જામેલાં શહેરોમાં તો બાંધકામના પથ્થરની હવાના ફેરફારો સામે ટકવાની શક્તિની સૂક્ષ્મ તપાસ

ઘણી જરૂરની છે; કારણ કે એવાં શહેરોનું વાતાવરણ કોલસા અને ગંધક જેવાં નાશકારક તત્ત્વોથી હમેશાં તરબોળ કે ભરપૂર રહે છે. પથ્થરની પસંદગી કરવામાં આપણા શોખના સંતોષ સાથે નીચેની બાબતો પર પણ ધ્યાન આપવું ઘણું અગત્યનું છે: જમીનમાંથી પથ્થર ખોદવાનું કામ એકંદરે સહેલું હોવું જોઈએ. ખડકનાં સ્તરોમાં મળતી ચીરાડાની ફાટની દિશામાં ખડક ખોદવાનું કામ ઘણું સહેલું બને છે. એને લઈને મજૂરી પણ ઓછી લાગે છે. વળી, એ પથ્થર ઘણી સહેલાઈથી ઘડાશે ને સંસ્કારી શકાશે કે કેમ એ જાણવું પણ જરૂરી છે.

વળી, ધ્યાનમાં રાખવા જેવી બીજી બાબત એ પથ્થરનું સમ સંઘટન છે. એના ઉપર પથ્થરની સુંદરતા અને એના ટકાઉપણાનો પણ આધાર રહે છે. દાખલા તરીકે, ગ્રૅનાઇટ જેવાં ખડકોમાં દેખાતા માઈકા અને ટુરમેલીનનાં ધામાં કેટલાકને અણગમતાં લાગે છે. ચૂર્ણપાષાણમાં મળતા સિલિકા અથવા કૅલ્શિયમ, મૅગ્નેશિયમ, સિલિકેટના ગોળાકાર પદાર્થની હાજરી ઉષ્મામાનના થતા ફેરફારો સામે અતિશય હાનિકારક ગણાય છે.

અવયવ સંઘટન અને ખડકોમાં રહેલા છિદ્રો ઉપર પણ ખડકની ટકવાની શક્તિ અવલંબે છે. મોટા દાણાવાળાં ખડબચડા ખડકો બારીક દાણાવાળાં સપાટ ખડકો કરતાં જલદીથી ખવાઈ જાય છે. વળી, છિદ્રોમાં રહેલાં પાણીનું બરફનાં રૂપાંતર થતાં પથ્થરને તોડી નાખે છે અને તેથી ઘણાં છિદ્રાળુ ખડકો બાંધકામને માટે પસંદ કરવામાં આવતાં નથી.

ખડકોમાં રહેતા પાઇરાઇટ, અભ્રક, ઑલિવિન ઇત્યાદી સ્ફટિકો ઘણા જલદી ખવાઈ જતા હોવાથી અથવા તો તેઓ પર વાતાવરણના આક્રમણની અસર ઘણી જલદી થવાથી બાંધકામમાં હાનિકારક બની જાય છે. તે કાંતો ખડકને એમાં પડતા ખાડાથી કદરૂપા બનાવી દે છે.

રેતીપાષાણુ જેવાં ખડકોમાં રેતી ને કાંકરાઓને જોડતું દ્રવ્ય અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. એ દ્રવ્યનું પ્રમાણ ઓછું પડતાં એ ખડક જલદી બોખરાં બની જાય છે. તે પ્રમાણે એ દ્રવ્યના ગુણ પર પણ આધાર રહે છે. ચૂર્ણદ્રવ્ય ટકાવ માટે સારું ગણાય છે પરંતુ કાર્બોનિક ઍસિડ ગૅસના મિશ્રણવાળાં વરસાદનાં પાણી એ પર ઘણી ઝડપથી અસર કરે છે. સિલિકાદ્રવ્ય ખડકને મજબૂતાઈ આપે છે. પરંતુ એનું પણ પ્રમાણ વધવાથી ઘણી મહેનત પડે છે.

બાંધકામમાં આગ્નેય જલકૃત અને વિકૃત એ બધી જાતનાં ખડકો ઉપયોગમાં લેવાય છે. આ બધામાં સિલિસિયસ રેતીપાષાણુ અને આગ્નેય ખડકો ઘણાં મજબૂત છે; જલકૃત ખડકો આકાર આપવામાં અને ઘડવામાં ઘણાં સહેલાં માલૂમ પડયાં છે. અને એ બન્ને જાતમાં ઇચ્છાનુસાર રંગો પણ ભિન્નભિન્ન મળે છે. માર્બલ (આરસપહાણના પથ્થર) સિવાયનાં બીજાં વિકૃત ખડકો બાંધકામના ખાસ ઉપયોગમાં લેવાતાં નથી.

શોભા કે શણગાર માટે વપરાતાં ખડકો

ઇમારતોના શણગારરૂપ ઉપયોગમાં લેવાતાં ખડકોમાં ખાસ કરીને આરસપહાણના પથ્થર, આલાબસ્ટર, સર્પેન્ટાઇન, ગ્રૅનીટ, પોરફીરી, સાયનાઇટ અને જેસ્પર એ ગણાવી શકાય. કયા પ્રકારના યા શા કામમાં આ પથ્થરોનો ઉપયોગ થવાનો છે તે પ્રમાણે એની પસંદગી કરવામાં આવે છે જો બહારનાં થાંભલા કે પૂતળાં બનાવવાના કામમાં તેમનો ઉપયોગ કરવાનો હોય તો ખવાણશક્તિઓ સામે ટકી શકે અને એનો રંગ પણ જળવાઈ રહે એવા પથ્થરની ખાસ પસંદગી કરવામાં આવે છે. ઇમારતની અંદર થાંભલા, મેજ ઇત્યાદિ વપરાશ માટેની વસ્તુઓની બનાવટમાં ઘણા સખ્ત પથ્થરોની ખાસ જરૂર નથી. એને માટે તો સુંદર રંગવાળા અને સહેલાઇથી ઘડી શકાય એવા જ પથ્થરોનો ઉપયોગ થાય છે.

માંબ'લ (આરસપહાણના પથ્થર)

ઉપર ગણાવેલા બધા શુશોભિત પથ્થરોમાં આરસપહાણના પથ્થરોનો ઉપયોગ ઘણે મોટે ભાગે થાય છે. ચૂર્ણ'પાષાણનું સ્ફટિકમાં રૂપાંતર થતાં માર્બલ બને છે. પરંતુ કેટલીક વાર એ રૂપાંતર પૂરેપુરું નહિ થતાં ચૂર્ણપાષાણમાં જીવશેષોના આકાર જળવાઇ રહે છે. એમાં રંગો પણ જુદાજુદા અનેક જાતના મળે છે. તદન ધોળા સફેદ રંગના આરસપહાણના પથ્થરોનો ઉપયોગ ઘણો બહોળો છે. કેટલીક વખત કોલસા જેવી વસ્તુનું મિશ્રણ થવાથી આરસપહાણ કાળો રંગ ધારણ કરે છે. લોહતત્ત્વોથી મિશ્રિત થયેલા આરસપહાણ લાલ, બદામી, પીળા ઇત્યાદિ રંગ ધારણ કરે છે. મૅગ્નેશિયાના મિશ્રણવાળા ચૂર્ણ-પાષાણનું રૂપાંતર થતાં એ સર્પેન્ટાઇન ખડકમાં પરિણમે છે. એની અંદર સુંદર લીલા રંગનાં ધાબાં કે લાંબી લીટીઓ સમાંતર હોય છે. "ક્રાયરમાર્બલ" ઓપલની માફક જુદીજુદી દિશામાં ચિત્ર-વિચિત્ર આછાઘેરા રંગોનાં દર્શન કરાવે છે. ઓનિક્સ આરસ પટી-પટીવાળો હોય છે.

આલાબાસ્ટરઃ જિપ્સમનું સ્ફટિકરૂપ આલાબસ્ટર તરીકે ઓળખાય છે. આરસના જેવો જ આ સફેદ પથ્થર માર્બલ કરતાં ઘણો જ નરમ હોવાથી ઝાઝો ઉપયોગમાં લેવાતો નથી.

સર્પેન્ટાઇન : ઘણા સુંદર લીલા રંગના આ પથ્થરોમાં લોહ-તત્ત્વો કે પછી મૅગ્નેશિયમ અથવા કૅલ્શિયમ કાર્બોનેટની હાજરીને લઇને લાલ અથવા સફેદ ડાઘા નજરે પડે છે. ઘણી સહેલાઇથી સંસ્કારી શકાતા હોવાથી એમનો ઉપયોગ પણ ઘણો થાય છે; પરંતુ એનો રંગ ઘણો જલદીથી ઊડી જતો હોવાથી બહારના કામમાં એનો વપરાશ થતો નથી. વળી જો કે ઘણી સહેલાઇથી એ સંસ્કારી શકાય છે છતાં એ ઘણા મજબૂત છે.

પૉરફીરી : ગ્રૅનીટ અને સાયેનાઇટ પૉરફીરી અંદર કેટલાક

સ્ફટિક ઘણા જ મેાટા કદના હેાય છે. એવા પારદીરી ખડકેા દેખાવે ઘણાં જ સુંદર લાગે છે. નૈસર્ગિક બળેાની સામે ટકી શકવાની એમની શક્તિથી એ બાંધારના કામમાં ખાસ વપરાય છે. વળી એના ઉપર ઘણેા સુદર અને જાયુક પૅાલિશ પણ થઈ શકે છે.

ગ્રૅનીટ . આ પથ્થર ઘડવામાં ઘણેા જ સખ્ત છે, છતાં યે એની ટકવાની શક્તિને લઈને એ હાલમાં ઘણેા વપરાય છે આજની વિદ્યાને આવા કઠણ પથ્થરને કાપવાના સાધનેા પણ પૂરાં પાડ્યાં છે એટલે તે બાબતની પણ તકલીફ રહેતી નથી. આ બધું હેાવા છતાં આરબલના જેટલી સુંદરતા ગ્રેનીટમાંથી બનાવેલી વસ્તુએામાં ઉતરતી નથી

જેસ્પર લેાહતત્ત્વેા ઇત્યાદિથી મિશ્રિત બનેલા આ કવૉર્ટ્સ ખડકેાનેા ઉપયેાગ ઝાઝેા થતેા નથી, કારણ કે એના મેાટા લાંબા પહેાળા ટૂકડા મળવા મુશ્કેલ છે. ભિન્નભિન્ન રંગેાને લઇને દેખાવમાં એ ઘણાં સુદર હેાય છે.

રસ્તાના બાંધકામમાં પથ્થરનેા થતેા ઉપયેાગ

રસ્તા બનાવવાના ઉપયેાગમાં લેવાતા પથ્થરના નીચલા ગુણેા ખાસ ધ્યાનમાં લેવા જેવા છે: (૧) કઠણાઈ (૨) કઠેારતા (૩) ટકાઉ શક્તિ, (૪) એમાંથી બનતી રજમા સંઘટ્ટનની શક્યતા રહેલી હેાવી જોઇએ.

ગ્રૅનીટ સૌથી દરણમાં કઠણ ખડક છે એ ખરું પરંતુ એમાંથી ઉત્પન્ન થતી રજમાં સંઘટ્ટનનેા ગુણ નથી ડાેરાઇટ, સાયર્નાઇટ, નાઇસ જેવાં ખડકેામાં પણ એ જ ગેરલાભ રહેલેા છે.

ઘણા જ બારીક અવયવ સંઘટ્ટનવાળા ઍન્ડેસાઇટ, બૅસૉલ્ટ, ડેાલેરાઇટ એ રસ્તાનાં બાંધકામમાં ઘણા જ સરસ જણાયા છે.

સિમેંટ, પ્લાસ્ટર અને કૅાંક્રીટ

સિમેંટ, કૅાંક્રીટ અને પ્લાસ્ટર, આધુનિક યુગની બાંધકામ

વિષેની આ બધી સામગ્રી, કુદરતમાં મળતા ચૂર્ણ પાષાણ અને જિપ્સમ માંથી મળે છે. ચૂર્ણ પાષાણને ૯૦૦°સે. કે તેથી પણ વધારે તપાવતાં એની અંદરનું કાર્બોનિક ઍસિડનું તત્ત્વ ઊડી જતાં આપણને કૅલ્શિયમ ઑક્ઝાઇડ અથવા "ક્વીકલાઇટ" મળે છે. કૅલ્શિયમ ઑક્ઝાઇડનો પાણી સાથે મેળ કરતાં કૅલ્શિયમ હાઇડ્રોક્સાઇડ બને છે જે "સ્લેઈક્ડ લાઇમ" તરીકે ઓળખાય છે. વળી હવામાનના કાર્બન ડાઇઑક્સાઇડ સાથે મળતાં ઘણી જ મજબૂત રીતે એ બાઝી જાય છે. જો કાંઈ પણ ભેળ વિનાના ચોખ્ખા ચૂર્ણ પાષાણ કરતાં માટીવાળા ચૂર્ણ પાષાણનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો એને બાળતા કૅલ્શિયમ અને ઍલ્યુમિનિયમ સિલિકેટ જેવા ક્ષારો બને છે. અને બધાનો બારીક ભૂકો કરીને એને પાણીમાં પલાળીએ તો એ ઘટ્ટ થઇ જાય છે. એટલા માટે જે ચૂર્ણ પાષાણમાં લગભગ ૨૦ ટકા જેટલાં ઍલ્યુમિના અને સિલિકા હોય છે તે ઘણાં ઉપયોગી ગણાય છે. ચોખ્ખા ચૂર્ણ પાષાણ અને માટીનું ચોક્કસ પ્રમાણમાં મિશ્રણ કરીએ અને ચૂનો ઍલ્યુમિના અને સિલિકાનું પ્રમાણ જાળવીએ તો તેમાંથી ઊંચા પ્રકારની સિમેન્ટ બનાવી શકાય છે. આ મિશ્રણને ૧૦૦૦ થી વધારે તપાવતાં અને તેનો બારીક ભૂકો કરતાં આપણને જે સિમેન્ટ મળે છે તે પોર્ટલૅન્ડ સિમેન્ટ નામે ઓળખાય છે.

પ્લાસ્ટર: જિપ્સમને બાળતાં જે પદાર્થ મળે છે તે પ્લાસ્ટર તરીકે ઓળખાય છે. ૨૦૦ સે. થી વધારે તાપ લાગે તે પહેલાં જિપ્સમમાં રહેલા પાણીનો ૩/૪ ભાગ ઊડી જાય છે. આ પદાર્થ "પ્લાસ્ટર ઑફ પૅરિસ" તરીકે જાણીતો થયો છે. એનો ભૂકો કરીને પાણી સાથે મેળવતાં જેટલો પાણીનો ભાગ ઊડી ગયો હોય તેટલું પાણી પાછું પોતે ગ્રહણ કરીને એ ઘણો સખ્ત બની જાય છે.

કૉંક્રીટ : પથ્થરનો ભૂકો અને સિમેન્ટનું મિશ્રણ કરતાં કૉંક્રીટ બને છે અને લોખંડના સળીઆની આસપાસ કૉંક્રીટનું અસ્તર કરે

વામાં આવે તેને એ કોંક્રીટ કહેવાય છે. એની અંદર કોઈ પણ જાતનો પથ્થર વાપરી શકાય છે, પરંતુ બનતા સુધી ઘણો ભઝરો પથ્થર વાપરવો સારો નથી; કારણ કે તેમાંથી ઘણી બારીક રજ નીકળે છે. જ્યારે આપણને તો નાના એકસરખા ટૂકડા જોઇએ છે. પથ્થરની બાજુ જેમ વધારે ખડબચડી તેમ સિમેન્ટ અને પથ્થર વધારે મજબૂત રીતે બાઝે છે. અને તેથી આ કામમાં ક્વૉર્ટ્ઝાઇટ ખડકનો ઘણો ઉપયોગ જણાયો છે.

ઈંટ બનાવવાની માટી

ઇંટ અને નળીઓ બનાવવામાં કોઇ પણ જાતની માટી વાપરી શકાય છે. ખાસ કરીને એ માટીમાં ઘટનક્ષમતાનો ગુણ હોવો જોઇએ અને એને તપાવતાં એમાં ફાટ પડવી નહિ જોઇએ અને ઘણું સંકોચન પણ થવું જોઇએ નહિ માટીમાં રહેલાં વધતાંઓછાં લોહતત્ત્વો પર એના રંગનો આધાર રહે છે. સાધારણ રીતે ઇંટને ૧૦૦૦ થી ૧૨૦૦ સેન્ટીગ્રેડ જેટલી તપાવવામાં આવે છે. ફાયરબ્રીક ફાયરક્લેમાંથી બનાવવામાં આવે છે. આ ફાયરક્લેમાં સિલિકાદ્રવ્ય ઘણા પ્રમાણમાં હોવાથી લગભગ ૧૬૦૦ સે. સુધી પણ તપાવતા એ ઇંટ નરમ બનતી નથી; જ્યારે બીજી માટીમાં રહેલા પોટાશ અને સોડાનું પ્રમાણ ફાયરક્લેમાં લગભગ નહિ જેવું જ જણાય છે. સોડા અને પોટાશ ઉપરાંત એમાં રહેલાં લાઇમ, મેગ્નેશિયા આયર્નપાઇરાઇટ્સ જેવાં તત્ત્વો પણ નુકશાનકારક જણાયાં છે.

ગ્રૅનીટ અને સાયેનાઇટ ખડકોમાંથી ઉત્પન્ન થતી માટીનો રંગ ઘણો ઝાંખો હોય છે અને મોટે ભાગે એલ્યુમીનીયમ સીલીકેટનું તત્ત્વ ધરાવે છે. એ માટી ઘણી સહેલાઇથી પિગળતી નથી, પણ એમાં ઘટનક્ષમતાનો ગુણ નથી. ડાયોરાઇટ, ગેબ્રો, ડોલેરાઇટ અથવા બેસોલ્ટમાંથી જન્મ લેતી માટીનો રંગ એની અંદર રહેલાં પુષ્કળ લોહતત્ત્વોને લઇને ઘેરો બદામી રંગ થાય છે અથવા તે રતાશ પર જાય છે.

જમીનનાં પેટાળમાં પાણીની શોધ

મોટાં શહેરોમાં તો આજે શહેરના રહેવાસીઓને પાણી નળ મારફતે પહોંચાડવામાં આવે છે અને આસપાસમાં આવેલાં નદી, નાળાં કે તળાવમાંથી એ પાણી ખેંચવામાં આવે છે, અને એ રીતે પાણી પહોંચાડવાનું કામ એન્જિનિયરનું છે. પરંતુ જ્યાં આ જાતની સગવડ નથી હોતી કે થઇ શકતી નથી ત્યાં તો કૂવા ખોદીને કે બીજી કોઇ પણ રીતે જમીનના પેટામાંનું પાણી બહાર લાવવું પડે છે. આ કાર્ય હાથ ધરતા પહેલાં કેટલાક નીચે દર્શાવેલા પ્રશ્નોનું નિરાકરણ કરવા ભૂસ્તરશાસ્ત્રીની મદદ લેવી ઉચિત ને આવશ્યક છે. દાખલા તરીકે,

(૧) કૂવો અથવા શાર કયાં ખણવાં જોઇએ ?

(૨) કેટલી ઊંડાઇએ પાણી મળી શકશે ?

(૩) કઇ જાતનાં નરમ કે કઠણ ઇત્યાદિ ખડકો કૂવો ખણતાં નીકળશે ?

(૪) પાણીને પમ્પની મદદ વડે બહાર ખેંચવું પડશે કે આપ મેળે જ ઉપર આવી શકશે ?

(૫) મોટા જથ્થામાં નીકળશે કે કેમ ?

(૬) પાણી પીવાના ઉપયોગમાં લેવાય તેવું નીકળશે કે ધોવાના કામમાં આવે તેવું કે બૉઇલરમાં વાપરવા યોગ્ય નીકળશે ?

આસપાસનાં ખડકોની બારીક તપાસ કરતાં ભૂવિદ્યાની મદદથી આ પ્રશ્નોનું સંતોષકારક નિરાકરણ થઇ શકે એમ છે. આ ગણતરી કરવા માટે જો એને આસપાસની જગાઓમાંનાં ભૂકવચ કે ભૂસ્તરો વિષેની જોઇતા પ્રમાણમાં સામગ્રી મળી જાય છે તો એનું કામ ઘણું સહેલું બને છે. દાખલા તરીકે, આસપાસમાં બધાં ખડકો અપારગ્યને લઇને ઉઘાડાં થયાં હોવાં જોઇએ કે જેથી એ

નડકા શી જાતનાં છે અને કેવી રીતે ગોઠવાયાં છે એ કહી શકાય. આ અગત્યની માહિતી જો ન મળી શકે તો એનું કામ ઘણું મુશ્કેલ બને. વળી ઉપર જણાવેલા બીજા પ્રશ્નોનો ઉત્તર ખોળવા સારુ જમીનની અંદર વહેતાં પાણીનાં ઉત્પત્તિસ્થાન, વહેંચણ અને વહેણોની દિશા તથા જે ખડકોમાં એ વહે છે તે ખડકોનો રચના-ક્રમ વગેરે માહિતી મેળવવી બહુ અગત્યની છે.

વરસાદના પાણીનો કેટલોક ભાગ બાષ્પીભવનની ક્રિયાથી હવામાં ઊડી જાય છે, કેટલોક નદી, નાળામાં વહી જાય છે અને બાકીનો જમીનમાંના ચીરા, ફાટ કે છિદ્રોદ્વારા જમીનના પેટાળમાં ચાલ્યું જાય છે. આગલાં પ્રકરણોમાં જોઇ ગયા એમ જુદાજુદા પ્રકારની જમીનોની શોષણશક્તિ જુદીજુદી હોય છે. દાખલા તરીકે, રેતીવાળા ભાગમાં પાણીનું શોષણ માટીવાળા ભાગ કરતાં ઘણું વધારે થાય છે. વળી, ઢાળવાળી જગામાંથી પાણી ઘણું જલદી વહી જતાં ઘણું ઓછું પાણી જમીનમાં પચી જાય છે, જ્યારે સપાટ અથવા તો ગીચ ઝાડીવાળા પ્રદેશમાં પાણીને અંદર પચવાને પુષ્કળ વખત મળે છે. આગ્નેય ખડકો અને જલકૃત ખડકોની છિદ્રાલુતા પણ જુદીજુદી છે. આગ્નેય ખડકોનું ઘનફળ જોતાં લગભગ ૧ુ ટકા જેટલું પાણી શોષે છે; જ્યારે જલકૃત ખડકોમાં લગભગ ૩ુ ટકા જેટલું શોષણ થાય છે. તે ઉપરાંત તડ, મીજ ફાટ, અપચ્છેદ ફાટ અને બીજા નાનામોટા ખાડાઓ મારફતે પાણી જમીનમાં ઊંડું ઊતરે છે અને ત્યાં એનો સંચય થાય છે. પાણીનો સંચય થવા ઉપરાંત એનું જમીનની અંદરનું પરિભ્રમણ પણ ઘણી સહેલાઇથી થવું જોઇએ છે. દાખલા તરીકે, રેતી પાષાણ અને માટીપાષાણ બન્નેમાં કૂવા ખણતાં રેતીપાષાણનાં છિદ્રો મોટાં હોવાથી પાણી સહેલાઇથી વહે છે અને કૂવામાં પાણી ઝરવાની ક્રિયા ઘણી જલદી થાય છે, જ્યારે માટીપાષાણમાં એથી ઊલટું જ બને છે. એ રીતે પાણીની વહેવાની ગતિ પર પણ આધાર રહે છે.

માટીપાષાણ જેવા બારીક છિદ્રોવાળા ખડકોમાં પાણીનો જો કે

એવો સંગ્રહ થતો નથી તોપણ બે માટીપાષાણનાં થર વચ્ચે રહેલા રેતીપાષાણમાં પાણી ઘણા લાંબા વખત સુધી જળવાઇ રહે છે.

મરડ, રેતી, રેતીપાષાણ, ચૂર્ણપાષાણ અને ટુક જેવાં ખડકોમાં પાણીનો સંગ્રહ થાય છે; જ્યારે માટીપાષાણ જેવાં ખડકો એ પાણીને વહી જતાં અટકાવે છે. આગ્નેય ખડકોમાં મોટા અવયવ સંઘટનવાળાં ખડબચડાં અને જેની અંદર પુષ્કળ તડો હોય છે એવાં ગ્રેનીટ ખડકોમાં પણ પાણીનો સંગ્રહ સારા પ્રમાણમાં થાય છે.

જમીનના પેટામાંના પાણીના સંબંધમાં એક વાત ખાસ લક્ષમાં લેવા જેવી છે કે બધાં છિદ્રાળુ ખડકોમાં થોડાઘણા ઊંડાણ સુધી પણ પાણીનો સંગ્રહ હમેશાં થઇ રહે છે. ભૂગર્ભમાં રહેલા પાણીની ઉપલી સપાટી જલની ભૂગર્ભસીમા તરીકે ઓળખાય છે અને કૂવો કેટલો ઊંડો ખોદવો જોઇએ તેની હદ એ નક્કી કરે છે. જમીનના પેટામાં અંદર ને અંદર ઊંડા જતાં ખડકનાં છિદ્રો ઉપરના દબાણને લઇને બંધ થઇ જાય છે અને તેથી વધારે ઊંડા જતાં પાણીનું પ્રમાણ પણ ઓછું થતું જાય છે. એવી ગણતરી કરવામાં આવી છે કે લગભગ ૧૫૦૦ ફૂટ જેટલા ઊંડાણ સુધી સારા પ્રમાણમાં પાણી મળી શકે છે અને ૫૦૦૦ ફૂટ જેટલે સુધી થોડુંથોડું પણ પાણી મળે છે.

જમીન પર વહેતા પાણીનો દિવાલ બાંધીને કે એવી કોઇ રીતે અટકાવ આપણે કરીએ છીએ, તેવી જ રીતે જમીનની અંદર વહેતા પાણીનો અટકાવ પણ આમ કુદરતી રીતે જ થાય છે:

(૧) અનુપૃષ્ઠ દિવાલોથી થતો અટકાવ;

(૨) અભિપૃષ્ઠ દિવાલોથી થતો અટકાવ;

(૩) ચીરા કે ફાંટદ્વારા ખેંચાતું પાણી.

(૧) જ્યારે છિદ્રાળુ ખડકનાં થર, એક અભેદ્ય ખડકનાં થર અનુપૃષ્ઠ દશામાં પડ્યાં હોય છે ત્યારે પાણી છિદ્રાળુ ખડકના

તળીઆ સુધી પહોંચી વધારે ઊંડું નહિ જતાં અનુપૃષ્ઠ સ્થિતિમાં જ છે અને ક્યાંક માર્ગ મળતાં એ જ સ્થિતિમાં બહાર આવે છે. કેટલાક છીછરા કૂવાઓનું અસ્તિત્વ આ પ્રમાણે સમજાવી શકાય; જ્યારે છિદ્રાળુ ખડકનાં થર (જેની અંદર પાણીનો સંગ્રહ થયો હોય છે તે) ઉપર અને નીચે બન્ને બાજુ અભેદ્ય ખડકનાં થર પડયાં હોય છે અને એ બધાં થરોનું એક તરફ નમન થવાથી છિદ્રાળુ ખડક ઉઘાડું થયું હોય તો એની અંદર વરસાદનું પાણી પચીને નમનની દિશામાં નીચે ઊતરે છે. આ રીતે છિદ્રાળુ ખડકનાં થર પાણીથી ભરાઇ જાય છે. હવે જ્યાં છિદ્રાળુ ખડક ઊઘાડું પડયું છે ત્યાંથી દૂર એ ખડકોમાં ગાળો (Boring) પાડવામાં આવે તો અંદરનું પાણી ભૂગર્ભસીમાની હદ સુધી એની મેળે ઉપર ચડે છે. આ પ્રમાણે જે કૂવામાં પાણી આપમેળે પોતાના દબાણને લઇને ઉપર ચડે છે તે "પાતાળ કૂવા" તરીકે ઓળખાય છે.

(૨) અભિપૃષ્ઠ દિશામાં જતી આગ્નેય ખડકોની થોડી-ઘણી દિવાલ જો જલકૃત ખડકોને કાપતી હોય છે તો તે પાણીને તેટલા ભાગમાંથી વહી જતું અટકાવે છે અને જમીનની અંદર પાણીનું તળાવ બનાવી દે છે. હવે આ દિવાલો સામેની દિશામાં બે કૂવા ખોદવામાં આવે તો એકમાં ઘણી જ થોડી ઊંડાઇએ પુષ્કળ પાણી મળે છે; જ્યારે બીજામાં પાણી કાં તો બિલકુલ નથી નીકળતું અથવા નીકળે તો ઘણી ઊંડાઇએ જૂજ પ્રમાણમાં જ નીકળે છે.

(૩) ચૂર્ણપાષાણ અને જિપ્સમ જેવાં ખડકો પર વરસાદનું પાણી પડતાં એ સહેલાઇથી ઓગળી જાય છે એ આપણે આગળ જોઇ ગયા. એ ખડકોમાં રહેલા ચીરા કે ફાટદ્વારા પાણી અંદર જતાં એ ફાટોને પહોળી કરે છે અને તે મારફતે પાણી અંદર ઊતરે છે અને નીચાણવાળી જગામાં માર્ગ મળતાં બહાર આવે છે.

જમીનના પેટામાંના પાણીની શોધ કરવામાં અને કૂવો ક્યાં

ખોદવા એ બાબતમાં હજી સુધી કાંઈ ચોક્કસ નિયમો કોઇએ કર્યા નથી. દરેક કૂવો ખોદતા પહેલાં ઉપર જણાવ્યા પ્રમાણે ભૂવિષયક બહુ માહિતીઓ મેળવવી જરૂરની છે; કારણ એના પર જ બધો આધાર રહે છે. કેટલાક આગળ વધેલા દેશોમાં તો આ બધી માહિતીઓ તે તે દેશોનાં ભૂવિષયક નકશાઓ અને પુસ્તકોમાંથી મળી રહે છે.

કેટલી ઊંડાઇ સુધી કૂવો ખોદવો પડશે એ માહિતી એના પડની જાડાઈ જાણવાથી મળે છે. એ જાડાઇ એ પડના નમન-કોણ અને એના અનાવૃત અંશનું માપ લેતાં મળી રહે છે. કેટલાક સંજોગોમાં આ માહિતી મળવાનો સંભવ ઓછો રહે છે.

આસપાસનાં ભૂસ્તરો તપાસતાં અને કૂવા ખોદતાં કયાં સ્તરો નીકળશે એ પણ માલૂમ પડી જાય છે. લાવાનાં ખડકો અને ક્વૉર્ટ્ઝાઇટ જેવાં સખ્ત ખડકોમાં ખણવાનું કામ બહુ મુશ્કેલ હોવાથી પુષ્કળ પૈસો ખરચવો પડે છે. વળી કૂવામાંથી કેટલું પાણી નીકળશે એ પણ કહેવું ઘણું મુશ્કેલ છે. જે જગાઓમાં સાધારણ રીતે સારો વરસાદ પડતો હોય તેમાં અને પાણીને સંઘરે એવાં ખડકનું થર પણ સારી જાડાઇનું અને છિદ્રાલુ હોય તો એવાં ખડકોમાંથી દર એક મિનીટે સેંકડો ગૅલનને હિસાબે પાણી નીકળી શકે. ઊંડા કૂવા કરતાં છીછરા કૂવાનું અનિયમિતપણું ઘણું રહે છે અને ઋતુ પ્રમાણે એના પાણીના જથ્થામાં ફેરફાર થયા કરે છે. સૂકા પ્રદેશમાં અને ગ્રૅનીટ અને એવાં જ સખ્ત ખડકોમાં ખણાયેલા કૂવામાંથી દર એક મિનીટે લગભગ ૧૦ થી ૧૫ ગૅલન જેટલું પાણી નીકળી શકે છે.

પીવાના પાણીમાં સંકરદોષ નહિ હોવો જોઇએ, પાણીની અંદર ભળેલા ક્ષારો કેટલીક વખતે પાણીનો જુદો જ સ્વાદ કરે છે. ધોવાના ઉપયોગમાં લેવાતા પાણીમાં કૅલ્શિયમ બાઇકાર્બોનેટ અને કૅલ્શિયમ સલ-ફેટનો ભેળ હોવો જોઇએ નહીં; જ્યારે બૉઇલરમાં વપરાતાં પાણીમાં ભળેલા ક્ષારોનું પ્રમાણ ગૅલને ૧૦–૧૨ ગ્રેઇનથી વધારે હોવું જોઇએ નહીં.

ખનિજ તેલ (પેટ્રોલિયમ)

"પેટ્રોલિયમ" અથવા 'ખનિજતેલ' કુદરતી તેલના ઝરાઓ મારફત જમીનની સપાટી પર આવે છે. ૨૦૦૦ વર્ષ પૂર્વે લઘુ-એશીઆ અને ચીનમાં એનો પહેલો સંગ્રહ અને ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો હતો. નોઆહે, પોતાની બનાવેલી હોડીને પણ આ તેલના ઝરામાંથી નીકળતા ડામરની મદદ વડે પાણીથી અભેદ્ય બનાવી હતી એમ કહેવાય છે. તેલ સુકાતાં જે ઘટ્ટ પ્રવાહી રહે છે તે ડામર નામે ઓળખાય છે. કુદરતી જમીનમાંથી નીકળતા ગૅસનો ઉપયોગ ઇરાનના અગ્નિપૂજકો યજ્ઞકુંડમાં કરતા હતા એ ઐતિહાસિક કાળની શરૂઆતની વાત છે. આ પ્રમાણે જોતાં આ તેલનો ઉદ્યોગ ઘણા પ્રાચીન કાળથી પ્રચલિત છે.

તેલના કૂવામાંથી નીકળતું કાચું તેલ ઘટ્ટ, લીલા જેવા રંગનું હોય છે અને મુખ્યત્વે કાર્બન અને હાઇડ્રોજન તત્ત્વોનાં રાસાયનિક મિશ્રણમાંથી ઉદ્ભવે છે. કૂવામાથી નીકળતો પદાર્થ કેટલીક ઘટ્ટ, કેટલીક પ્રવાહી રૂપમાં અને કેટલોક વાયુરૂપે બહાર આવે છે. વાયુ-પદાર્થ કૂવાના મોં આગળ જ એકઠો કરી લેવામાં આવે છે અને બાકીના પદાર્થને સ્વચ્છ બનાવવા માટે ગરમ કરવામાં આવે છે. આ પ્રમાણે કાચા તેલના ૧૫૦° સે. થી ૨૦૦° સે. જેટલું ગરમ કરતાં જે બાષ્પીભૂત પ્રવાહી મળે છે તે બજારમાં પેટ્રોલ અથવા ગેસોલીનને નામે વેચાય છે. ૧૫૦ સે. થી ૩૦૦ સે. વચ્ચે બનતો બાષ્પીભૂત પ્રવાહી પૅરેફીન કૅરોસીનને નામે વેચાય છે, જ્યારે બાકી રહેલા પદાર્થમાંથી ઊંજવાનું તેલ પૅરેફીન વૅક્સ અને એવી બીજી વસ્તુઓ બનાવવામાં વપરાય છે.

જમીનની અંદર રહેલાં ખાડાના છિદ્રો, નાનીમોટી ફાટો, વગેરેમાં જેમ પાણી ભરાઈ રહે છે તે જ પ્રમાણે આ તેલનું પણ છે. એનો સંગ્રહ પણ ખડકોમાં પાણીની માફક જ થાય છે. વળી,

પાણીની માફક મોટાં છિદ્રાળુ ખડકો, જેવાં કે રેતી, રેતીપાષાણ ચૂર્ણપાષાણ, અને ટુફ જેવામાં જ તેલનો સંગ્રહ થાય છે. આગ્નેય ખડકો તેલના સંગ્રહ માટે નકામાં ગણાય છે; જ્યારે વિકૃત ખડકોમાં તો એનો સંભવ બિલકુલ અશક્ય છે.

નીચે દર્શાવેલા સંજોગોમાં પૅટ્રોલિયમ મળવું અસંભવિત છે:

(૧) આગ્નેય ખડકોમાં પૅટ્રોલિયમ કદી મળી શકતું નથી, સિવાય કે નજીકનાં જલકૃત ખડકોમાં પૅટ્રોલિયમ હોય અને તેની અંદરથી થોડુંઘણું તેલ આગ્નેય ખડકોમાં પચી ગયું હોય.

(૨) વિકૃત ખડકોમાં પણ પાસેના પૅટ્રોલિયમના અંશવાળાં જલકૃત ખડકોમાંથી પચેલું જે થોડુંઘણું તેલ મળી શકે તેનું કારણ એ છે કે જે દબાણને લીધે એ ખડકો વળીને તૂટી જાય છે અને એમાંથી ઉત્પન્ન થયેલી ગરમી કોલસાને ગ્રૅફાઇટના રૂપમાં ફેરવી નાંખે છે તે અતિ પ્રચંડ દબાણની અસરમાં પૅટ્રોલિયમ જેવો ઐંદ્રિક પદાર્થ પોતાના જ સ્વરૂપમાં કયાંથી રહી શકે? નાઈસી અને સીરીઝ જેવાં વિકૃત ખડકોમાં મળતી ગ્રૅફાઇટની શિરા પણ કોલસા પદાર્થમાંથી ઉત્પત્તિ પામી હોય એ સંભવિત છે. વળી વિકૃત ખડકોનાં છિદ્રો પણ અતિશય બારીક હોવાથી બીજાં ખડકોમાંનું પૅટ્રોલિયમ એમાં ઘણું પચતું પણ નથી. એ જ કારણથી કૅમ્બ્રિયનયુગથી જૂના કાળનાં ખડકોમાં પૅટ્રોલિયમ મળવાનો બિલકુલ સંભવ નથી; કારણ કે એ બધાં વિકૃત દશા પામેલાં ખડકો છે.

નીચે વર્ણવેલાં ખડકોમાં પૅટ્રોલિયમ સાંપડવાના સઘળા સંજોગો છે:

(૧) પૅટ્રોલિયમ હમેશાં સામુદ્રિક જલકૃત ખડકોમાં જ મળે છે. જ્યાંજ્યાં તેલના કૂવાઓ ખણાયા છે ત્યાંત્યાં બધેથી સમુદ્રના

છીછરા પાણીમાં બંધાયેલા રેતીપાષાણ, ચૂર્ણપાષાણ અને માટીપાષાણ પુષ્કળ અવશેષો સહિત મળી આવ્યા છે. ઘણી વખત તેલની સાથે મીઠાના જથ્થા પણ મળે છે એ નોંધવા જેવી બાબત છે, પરંતુ જે ખડકોમાં મીઠું મળે ત્યાં તેલ મળવું જ જોઈએ એવું કાંઈ નથી

તેલનો પ્રવાહી ગુણ વધારે હોવાથી એક ખડકના થરમાંથી બીજા ખડકના થરમાં સહેલાઈથી વહી જઈ શકે છે અને તેથી એનો ઉદ્ભવ ખરેખર કયા ખડકમાં થયો હશે એ કહેવું મુશ્કેલ બને છે. પરંતુ મોટે ભાગે રેતીપાષાણ અને ચૂર્ણપાષાણ સાથે રહેલા કાર્બો-નેરિયસ માટીપાષાણમાં એનો ઉદ્ભવ થયો હોવાનું મનાય છે. કેમ્બ્રિયનયુગથી માંડીને બધા યુગના ખડકોમાં તેલ કાંક કાંક મળ્યું છે, પરંતુ મુખ્યત્વે કરીને કાર્બોનીફેરસ અને ટર્શિયરીયુગના ખડકો તેલને માટે ખાસ જાણીતા છે.

(૨) ઉભયપક્ષી નમેલા જલકૃત ખડકોમાં તેલ ખાસ કરીને મળે છે. એમાં પણ ખાસ કરીને બધું તેલ અપમામી ઉભયપક્ષી નમનના ઊપલા ભાગમાં જમા થાય છે અને તેથી એવા નમનવાળા ખડકમાં જ એની શોધ કરવામાં આવે છે

રસાયણશાસ્ત્રની દૃષ્ટિથી જોતા વનસ્પતિતત્ત્વનું રૂપાંતર થવાનું કાર્ય ઘણું સહેલું કહેવાય છે. એને ફક્ત ૩૦૦ સે જેટલી ગરમી જોઈએ છે, અને તે સહજે મળી રહે છે. એની ઉપર એક અભેદ્ય ખડકનું પડ પડેલું હોય તો ઉત્પન્ન થતા ગૅસને બહાર ઊડી જવાનો સંભવ નથી રહેતો તેના જમાવથી એ ગેસનું દબાણ વધે છે. વળી પાણીની હાજરી પણ જમીનના પેટમાં હોય છે ખરી આ બધા સંજોગો પૅટ્રોલિયમની ઉત્પત્તિ માટે કુદરતમાં સહેલાઈથી મળી રહે છે અને તે જ કારણને લીધે એવી માન્યતા છે કે પૅટ્રોલિયમ ખાસ કરીને કાર્બોનેશિયસ માટીપાષાણમાં મળવું જોઈએ.

☆

પરિશિષ્ટ ૧

વિજ્ઞાનપરિભાષાકોષ

Amorphous-અસ્ફટિક ; અનુદ્‌ભૂતરૂપ
Alluvium or Alluvial soil-કાંપ ; કાંપવાળી જમીન
Anticline-અપગામી ઉભયપક્ષી નમન
Axis-અક્ષ; ધરી
Analysis (Chemical)-પૃથક્કરણ
Asphalt-એક જાતનો ડામર
Animal Knigdom-પ્રાણીકુલ
Asymmetrical-અસમપ્રમાણ ; વિષમપ્રમાણ
Asymmetrical anticline-અસમપ્રમાણ :અપગામી નમન
,, syncline- ,, ઉપગામી નમન
Accessory mineral-ગૌણ ખનિજ
Bed-સ્તર
Beginning-આરંભ
Bad-નબળી-soil
Birtumen-શિલાજિત, બિટુમન
Chemical compound-સંકીર્ણ પદાર્થ
Chemical decomposition-રાસાયણિક વિઘટન
Chemical composition-રાસાયણિક સંઘટન, રાસાયણિક રચના
Crust (outer)-બાહ્યકવચ
Convulsions-સંક્ષોભ ; ઉત્પાત; ઉથલપાથલ; આંતર ઉપાધિ
Coral-પરવાળાં
Creek-નાની ખાડી; નાળ; નેળ
Crystals-સ્ફટિક
Crystalline system-સ્ફટિકઘટના, કોટિ
China clay-ચિનાઈ માટી
Contact metamorphism-સંયોગજન્ય વિકાર
Cohesiveness-ચીકાશ; સંશ્લેષ

Chemical affinity-રાસાયણિક સંનિકર્ષ
Circum-denudation-પરિત અપાવરણ
Coastal system-તીરોસ્થિત ખડક
Clay-સૂક્ષ્મતમ કર્દમ, માટી
Capillaris-કેશનાલિકા
Crystalline-સ્ફટિકમય
Current bedding-વિક્ષિપ્ત પડ, પડવિક્ષેપ
Clinometer-નમનમાપક યંત્ર
Denudation-અપાવરણ
Dip angle-નમનકોણ, આનતિ
Dip direction-નમનદિશા
Delta-કર્દમદ્વીપ મત્રદ્વીપ, બધા પૈકી, થયેલી જમીન, મુખપ્રદેશ
Deposit-જમાવ
Drift soil-આગંતુક જમીન
Dress-સંસ્કારવું
Double refraction-દ્વિગુણ અથવા બેવડો કિરણવ્યાઘાત
Dress (a stone)-ઘડવું, સંસ્કારવું
Dissolve-ઓગળવું
Downthrow-નિચ્છેદ, અવચ્છેદ
Erosion-ધોવાણ, અપક્ષાલન
Earth's surface-ભૂપૃષ્ઠ, પૃથ્વીની સપાટી
Evidence-પ્રમાણ
Equilateral-સમપક્ષી
Equiangular-સમકોણ
Energy-કાર્યસાધક શક્તિ (abstract), કાર્યસાધકતત્ત્વ (matter) વેગ
Elastic-સ્થિતિસ્થાપક
Formation-સ્તરસંઘાત, સ્તરરચના
Fissile-ચીરાઉ ફાટ
Fault—અપચ્છેદ
Fuse-પીગળવું
Friable-ભભરૂ

Fold-વળ (થરનો)
Foliation-વળ
Fault-plane-અપચ્છેદની ફાટ
Fair-સામાન્ય
Geology-ભૂવિદ્યા
Geological-ભૂવિષયક
Geologist-ભૂવેત્તા; ભૂવૈજ્ઞાનિક
Geological record-ભૂસ્તરક્રમ
Ground water-ભૂગર્ભનું જળ
Glacier-હિમાની (સ્થાયી સ્વરૂપ); હિમપ્રવાહ (ચલ સ્વરૂપ)
Gravel-મરડ; મરડિયો
Gorge-ઊંડું કોતર
Group-વિભાગ
Hardness-કઠણાશ; કઠિનતા
Horizon-સ્તરખંડ
Horizontal-અનુપૃષ્ઠ
Homogeneity-સમસંઘટન
Heterogeneity-વિષમસંઘટન
Hade-અપચ્છેદકોણ
Heave-અનુપૃષ્ઠ અંતર
Interval-અન્તરગાળો
Intertrappean-
Interior-પેટાળ; ગર્ભ; પેટુ; અંતર
Inorganic matter-નિર્જીવ દ્રવ્ય
Inorganic pollution-સંસર્ગદોષ
Industrial revolution-ઔદ્યોગિક વિપ્લવ, પરિવર્તન
Inclined-આનત; નત
Image-પ્રતિબિમ્બ
Isostasis-સમવિનિમય
Irregular-અપ્રમાણ
Iron matter-લોહતત્ત્વ, લોહમય દ્રવ્ય

Inlier-અંતઃસ્થિત ખડક
Joint-તડ
Later-પશ્ચાદ્ભૂત; અનન્તરકાલીન
Lubricant-ઊંગણદ્રવ્ય; સ્નિગ્ધદ્રવ્ય
Lubricating oil-ઊંગવાનું તેલ
Land-slide-ભૂપર્યાસ
Life (animal or plant)-જીવ
Land-region-સ્થળપ્રદેશ
Loam-બારીક રેતાળ જમીન
Land animals and plants-સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલ
Latitude-અક્ષાંશ
Longitude-રેખાંશ
Lava-ભૂરસ
Moraine-હિમમળ
,, lateral-પડખાંનો હિમમળ
,, medial-મધ્યમ ,,
,, terminal-અંતિમ ,,
Mineral-ખનિજ
Mineral composition-અંતર્ગત ખનિજો
Mineral oil-ખનિજ તેલ
Mineralogy-ખનિજવિદ્યા
Monocline-એકપક્ષી નમન
Mixture (mechanical)-(સસૃષ્ટ પદાર્થ) સંમિશ્રણ, મિશ્રણ
Marine transgression-સમુદ્રનું આક્રમણ
Metamorphism-વિકાર
Natural forces-નૈસર્ગિક બળો
Normal fault-અનુલોમી અપભ્રંશ
Oldest-પ્રાચીનતમ
Outcrop-અનાવૃત અંશ
Older-પુરાભૂત, પ્રાગ્ભૂત, પ્રાચીન
Organic matter-સજીવ દ્રવ્ય, સેન્દ્રિય દ્રવ્ય

Organic pollution-સકરદોષ
Ochre (red)-લાલ ગેરૂ
,, (yellow)-પીળો ગેરૂ
Outlier-બહિ:સ્થિત ખડક
Primitive-અનુત્ક્રાન્ત ; પ્રાથમિક, આદ્ય; મૂળ
Precipitation-સંનિકર્ષજન્ય ઘનીભવન, જમાવ, જમાવવુ
Precipitate-સંનિકર્ષજન્ય ઘન
Plasticity-ઘટનક્ષમતા
Porosity-છિદ્રાલુતા (સચ્છિદ્રતા)
Pitch-ડામર; રાળ
Paraffin wax-મીણનો એક પ્રકાર
Physicists-ભૌતિકશાસ્ત્રીઓ
Plant kingdom-વનસ્પતિકુલ
Plateau-અધિત્યકા, ઊંચી સપાટ જમીન, સપાટ પર્વત
Rock-ખડક, માટી, દ્રવ્ય
Radius-ત્રિજ્યા
Refraction-બિમ્બવ્યાઘાત
Regional metamorphism-પ્રાદેશિક વિકાર (વિરાટરૂપાન્તર)
Reptiles-ઉરગ પ્રાણીઓ
Recent-અર્વાચીન
Residual soil-અવશિષ્ટ જમીન
Ranges of mountains-પર્વતાવલિ, પર્વતમાલ
River-bed-નદીનો પટ
River bank-નદીનો તટ
Rocks sedimentary-જલકૃત ખડકો
,, metamorphic-વિકૃત ખડકો
,, igneous-આગ્નેય ખડકો
Reversed fault-વિરોધી અપચ્છેદ
Rich-ઉત્તમ
Soil-જમીન
Soil science-જમીનવિજ્ઞાન

Subsoil-નીચલી જમીન, ૩પભૂમિ
Silt-જલમળ, કર્દમ
Slag-ધાતુમેલ, નીતાર, જ્વાળામુખી પર્વતમાંથી નીકળેલો છિદ્રમય પદાર્થ
Shale-માટીપાષાણ
Snow-line-હિમરેખા
Sea-weeds-શીલ
Stratum-થર, સ્તર
Stratigraphical divisions-સ્તર વિભાગ
Series section-સ્તરસંઘાત
Stage-સ્તરશ્રેણી
Slate-વિકૃત માટીપાષાણ, સ્લેટ
Strike-નમનાઘાત
Specific gravity-વિશિષ્ટ ઘનતા
System-સ્તરવ્યૂહ
Syncline-ઉપમાથી ઉભયપટ્ટી નમન
Structure-રચનાક્રમ
Sediment-અવક્ષેપદ્રવ્ય
Solar system-સૂર્યમંડળ
Sea-level-સમુદ્રપૃષ્ઠ
Sea-bottom-સમુદ્રતળ
Surface-water-ભૂપૃષ્ઠનું જળ
Solubility-દ્રવ્યતા (?) દ્રાવણશક્તિ
Soluble-દ્રાવણશીલ
Soluble-દ્રાવ્ય
Solution-દ્રાવણ
Symmetrical-સમપ્રમાણ
Seismograph-ભૂકમ્પમાપનયંત્ર
Separation-વિશ્લેષણ
Shell-છીપ, શંખલા
Stress & strain-આશ્લેષણ વિશ્લેષણ
Sediment-આચ્છરણ, નીતરણ

Submetamorphic–અર્ધવિકૃત
Spring–ઝરો
Sea animals & plants–સામુદ્રિક પ્રાણીવનસ્પતિકુલ; સમુદ્રપ્રાણી
Secondary mineral–ઉપખનિજ
Table–કોઠો
Texture–અવયવસંઘટન
Toughness–કઠોરતા
Tectonic–સંક્ષોભજન્ય
Topography–પૃષ્ઠદશા
Tenacity–ચીકાશ
Unconformity–ક્રમભંગ
Upthrow–ઉચ્છેદ
Veins–શિરા
Vegetable matter–વનસ્પતિદ્રવ્ય
Vertical–અભિપૃષ્ઠ
Volcanic action–જ્વાલામુખી વ્યાપાર, ક્રિય
Valley–ઉપત્યકા, ખીણ, ખીણપ્રદેશ
Volatile–વાયુપરિણામશીલ
Watershed–જલાકર; જલભંડાર; જલપાત્ર
Weathering–ભૌતિક અપક્ષય
Water table–જલની ભૂગર્ભસીમા
Water region–જલપ્રદેશ
Zone–ખંડ; સ્તરખંડ



વિજ્ઞાન પરિભાષાકોષ

(૨) ગુજરાતી–અંગ્રેજી

અનન્તરકાલીન-Later
અક્ષાંશ-Latitude
અંતર્ગત ખનિજ-Mineral composition (of the rock)
અનુરોધી અપચ્છેદ-Normal fault
અનાવૃત અંશ-Outcrop
અનુક્રાન્ત-Primitive
અધિત્યકા (ઊંચી સપાટ જમીન)-Plateau
અર્વાચીન-Recent
અવશિષ્ટ જમીન-Residual soil
અર્ધવિકૃત-Subnictamorphic
અવયવ સંઘટન-Texture
અભિપૃષ્ઠ-Vertical
અસ્ફટિક અનુદ્ભૂતરૂપ-Amorphous
અપગામી ઉભયપક્ષી નમન-Anticline
અક્ષ—Axis
અસમપ્રમાણ અપગામી નમન-Asymmetrical anticline
અસમપ્રમાણ ઉપગામી નમન-Asymmetrical syncline
અપાવરણ-Denudation
અવચ્છેદ-Downthrow
અપક્ષાલન-Erosion
અપચ્છેદ-Fault
અપચ્છેદની ફાટ-Fault-plane
અનુપૃષ્ઠ-Horizontal
અપચ્છેદકોણ-Hade
અનુપૃષ્ઠઅંતર-Heave
અન્તરગાળો-Interval (Geological)
અપ્રમાણ-Irregular
અંતઃસ્થિત ખડક-Inlier
આરમ્ભ-Beginning
આતઙ્કઉપાધિ-Convulsions

આનતિ-Dip angle
આગંતુક જમીન-Drift soil
આનત-Inclined
આદ્ય-Primitive
આગ્નેય ખડકો-Igneous rocks
આશ્લેષણવિશ્લેષણ-Stress and strain
આછરવું-Settling of sediment
ઉત્પાત; ઉથલપાથલ-Convulsions
ઉરગ પ્રાણીઓ-Reptiles
ઉત્તમ-Rich (soil)
ઉપભૂમિ-Subsoil
ઉપગામી ઉભયપક્ષી નમન-Syncline
ઉપખનિજ-Secondary mineral
ઉચ્છેદ-Upthrow
ઉપત્યકા-Valley
ઊંજણદ્રવ્ય-Lubricant
ઊંજવાનું તેલ-Lubricating oil
એકપક્ષી નમન-Monocline
ઓગળવું-Dissolve
ઔદ્યોગિક વિપ્લવ, ઔદ્યોગિક પરિવર્તન-Industrial revolution
કાંપ; કાંપવાળી જમીન-Alluvium; Alluvial soil
કેશનાલિકા-Capilliaries
કર્દમદ્વીપ-Delta
કાર્યસાધક શક્તિ-Energy (abstract)
કાર્યસાધક તત્ત્વ-Energy (matter)
કોતર-Gorge
કઠણાશ; કઠણપણું; કઠિનતા-Hardness
કર્દમ-Silt
કોઠા-Table
કઠોરતા-Toughness
ક્રમભંગ-Unconformity
ખનિજ-Mineral
ખનિજ તેલ-Mineral oil

ખનિજવિદ્યા-Mineralogy
ખડક-Rock
ખીણ, ખીણપ્રદેશ-Valley
ખંડ-Zone
ખડકકંપ-Sediment
ગર્ભ-Interior (of the earth)
ગેરુ-Ochre
ગેરુ, લાલ-Red ochre
ગેરુ પીળો-Yellow ochre
ગૌણ ખનિજ-Accessory mineral
ઘડતરક્ષમતા-Plasticity
ચિનાઈ માટી-China clay
ચીકાશ-Cohesiveness, Tenacity
ચીરાઉ-Fissile
છિદ્રાળુતા-Porasity
છીપશંખલા-Shell
જમાવ-Deposit
જીવ-Life (animal or plant)
જલકૃત ખડકો-Sedimentary rocks
જમીન-Soil
જમીન વિજ્ઞાન-Soil science
જળમળ-Silt
જમીન ઉત્તમ-Rich soil
 " સારી-Good "
 " સામાન્ય-Fair "
 " નબળી-Poor "
જ્વાળામુખી વ્યાપાર-કૃતિ-Volcanic action
જલાક્રર, જલસ્રાવ, જલપાત-Watershed
જલની ભૂગર્ભસીમા-Water table
જલપ્રદેશ-Water region
ઝરો-Spring
ડામર એક જાતનો-Asphalt
ડામર-Pitch

તીરોસ્થિત ખડકો-Coastal system
તડ-Joint
ત્રિજ્યા-Radius
તટ (નદીનો)-River bank
થર-Bed ; Stratum
દ્વિગુણ બિમ્બવ્યાઘાત-Double refraction
દ્રાવ્યતા ; દ્રવણશક્તિ-Solubility
દ્રવણશીલ-Soluble
દ્રાવ્ય-Solute
દ્રાવણ-Solution
ઘડવું-To dress (a stone)
ધોવાણ-Erosion
ધાતુમેલ-Slag
નિમ્નછેદ-Downthrow
નિર્જીવ દ્રવ્ય-Inorganic matter
નબળી-Bad
નત-Inclined
નાની ખાડી; નાળ; નેળ-Creek
નમનમાપક યંત્ર-Clinometer
નમનકોણ-Dipangle
નમનદિશા-Cip direction
નૈસર્ગિક બળો-Natural forces
નીચલી જમીન-Subsoil
નમનાઘાત-Strike
નિતરવું-Settling of sediment
પૃષ્ઠદશા-Topograpfy
પીંડ-Shell
પટ (નદીનો)-River bed
પર્વતાવલિ-Ranges :(of mountains)
પ્રાદેશિક વિકાર-Regional metamorphism
પૃથક્કરણ-Chemical analysis,
પ્રાણીકુલ-Animal kingdom
પરવાળાં-Coral
પરિતઃઅપાવરણ-Circum-denudation
પડવિક્ષેપ-Current bedding

પ્રમાણ-Evidence
પીગળવું-Fuse
પેટાળ-Interior of the earth
પ્રતિબિમ્બ-Image
પશ્ચાદ્ભૂત-Later
પ્રાચીનતમ-Oldest
પુરાભૂત પ્રાગ્ભૂત, પ્રાચીન-Older
પ્રાથમિક- Primitive
બાહ્ય કવચ-Crust of the earth
બારીક રેતાળ જમીન-Loam
બહિઃસ્થિત ખડક-Outlier
બિમ્બવ્યાઘાત-Refraction
ભભરુ-Friable
ભૂકમ્પમાપન યંત્ર-Seismograph
ભૂવેત્તા, ભૂવૈજ્ઞાનિક-Geologist
ભૂસ્તરક્રમ-Geolagical record
ભૂગર્ભનું જળ-Ground water
ભૂપર્યાસ-Land slide
ભૂવિદ્યા-Geology
ભૂવિષયક-Geolog cal
ભૂરસ-Lava
ભૌતિક અપક્ષય-Weathering
ભૌતિકશાસ્ત્રી-Physicist
ભૂપૃષ્ઠનું જળ-Surface water
મળદ્વીપ-Delta
મરડ, મરડિયા-Gravel
માટીપાષાણ-Shale
રાસાયણિક વિઘટન-Chemical decomposition
રાસાયણિક સંઘટન Chemical composition
રાસાયણિક સન્નિકર્ષ-Chemical affinity
રેખાંશ-Longitude
રાગ-Pitch
રચનાક્રમ-Structure (arrangement, folding etc of rocks)
લોહતત્ત્વ, લોહમય દ્રવ્ય-Iron matter
લીલ-Sea weeds

વિક્ષિપ્ત પટ-Current bedding
વેગ-Energy
વળ (પરના)-Folds
વળ-Foliation
વિભાગ-Group
વિષમ સંઘટન-Heterogeneity
વિકાર-Metamorphism
વનસ્પતિકુલ-Plant kingdom
વિકૃત ખડકો-Metamorphic rocks
વિરોધી અપચ્છેદ-Reversed fault
વિકૃત માટીપાષાણ-Slate
વિશિષ્ટ ઘનતા-Specific gravity
વિશ્લેષણ-Separation
વનસ્પતિ દ્રવ્ય-Vegetable matter
શિલાજિત-Bitumen
શિરા-Veins
સંક્ષોભજન્ય-Tectonic
સમુદ્રપ્રાણીવનસ્પતિકુલ-Sea animals and plants
સમપ્રમાણ-Symmetrical
સમુદ્રતળ-Sea bottom
સમુદ્રપૃષ્ઠ-Sea level
સૂર્યમંડળ-Solar system
સ્તર-Bed; stratum
સંકીર્ણ પદાર્થ-Chemical compound
સંક્ષોભ-Convulsions
સ્ફટિક-Crystal
સ્ફટિકમય-Crystalline
સ્ફટિકવર્ગ-Crystalline system
સંયોગજન્ય વિકાર-Contact metamorphism
સંશ્લેષ-Cohesiveness
સૂક્ષ્મતમ કર્દમ-Clay
સૂક્ષ્મતર કર્દમ-
સૂક્ષ્મ કર્દમ-

સ્થૂલ કર્દમ–
સ્થૂલતર કર્દમ–
સ્થૂલ રેતી–
સ્થૂલતર રેતી–
સંસ્કારવું–To dress (a stone)
સમપક્ષી–Equilateral
સમકોણ–Equiangular
સ્તર–System (geological)
સ્તરશ્રેણી–Stage (geological)
સ્તરવિભાગ–Stratigraphical division
સ્થિતિસ્થાપક–Elastic
સ્તરસંઘાત, સ્તરરચના–Formation, Series, Section,
(Geologica l
સામાન્ય–Fair (soil)
સ્તરખંડ–Geological horizon, Zone
સમસંઘટન–Homageneity
સંસર્ગદોષ–Inorganic pollution
સમવિનિમય–Isostasis
સ્થળ પ્રદેશ–Land reg ion
સ્થળજીવી પ્રાણીવનસ્પતિકુલ–Land animals and plants
સંસૃષ્ટ પદાર્થ, સંમિશ્રણ–Mechanical mixture
સમુદ્રજળ આક્રમણ–Marine transgression
સજીવ દ્રવ્ય–Organic matter
સંકરદોષ–Organic polution
સંનિકર્ષજન્ય ઘનીભવન–Precipitation
સંનિકર્ષજન્ય ઘન–Precipitate
સછિદ્રતા–Porosity
હિમાની (સ્થાયી સ્વરૂપ)–Glacier
હિમપ્રવાહ (ચલસ્વરૂપ)–Glacier
હિમમળ–Moraine
હિમમળ પડખાનો–Lateral moraine
હિમમળ મધ્યનો–Medial moraine
હિમમળ અંતિમ–Terminal moraine
હિમસીમા–Snow line

વિષયસૂચિ

પૃષ્ઠ

